سلسلة الإنتاج المتميز لمحاصيل الخضر وكيفية التعامل

مع تحديات إنتاجها وتصديرها

أمراض وآفات البطاطس ومكافحتها

تأليف

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

أمراض وآفات البطاطس ومكافحتها

حسـن، أحمد عبد المنعم
البطاطس: أمراض وآفات البطاطس ومكافحتها
تأليف: أحمد عبد المنعم حسـن.
ط١.- القاهرة: - ٢٠٢٠ م
ص, ١٧ × ٢٤- (سلسلة تربية محاصيل الخضر).
١. أمراض الخضر
٢. البطاطس
أ. العنوان

الطبعة الأولى

١٤٤٢هـ - ٢٠٢١م

محتويات الكتاب

صفحة

الفصل الأول

الأمراض الفطرية ومكافحتها ١٣

صفحة

صفحة

صفحة

صفحة

صفحة

صفحة

الفصل الأول

الأمراض الفطرية ومكافحتها

تصاب البطاطس بأكثر من ١٣٠ مسببًا مرضيًّا من الفطريات، والبكتيريا، والفيروسات، والفيرويدات، والنيماتودا. وتختلف الأمراض فى انتشارها وأهميتها من بلدٍ لآخر. وقد انتقلت معظم هذه الأمراض وانتشرت جغرافيًّا بواسطة الدرنات المصابة التى تستخدم كتقاوٍ؛ حيث تؤدى زراعتها إلى ظهور المرض على النباتات التى تنمو منها، ثم انتشاره فى المنطقة بعد ذلك.

وقد شهد العالم عددًا من أوبئة البطاطس التى كانت لها آثار سيئة ؛ ففى منتصف القرن الثامن عشر أدى انتشار فيرس التفاف الأوراق فى ألمانيا وإنجلترا إلى نقص كبير فى المحصول. وفى منتصف القرن التاسع عشر قضى مرض الندوة المتأخرة على محصول البطاطس فى الولايات الشمالية الشرقية من الولايات المتحدة. وبعد ذلك بفترة وجيزة انتشر نفس المرض بصورة وبائية فى أيرلندا، وقضى على المحصول تمامًا فى عدة سنوات متعاقبة؛ وتسبب فى إحداث مجاعات وهجرة نسبة كبيرة من السكان. وقرب نهاية القرن التاسع عشر انتشر مرض التثألل Wart فى بعض الدول الأوروبية بدرجة كادت أن تقضى على الأصناف التى كانت منتشرة فى الزراعة حينئذٍ.

وقد كتب الكثيرون عن أمراض البطاطس؛ منهم: Bokx (١٩٧٢) بخصوص الأمراض الفيروسية، و Hide & Lapwood (١٩٧٨) بخصوص الأمراض الفطرية والبكتيرية والفيروسية، و Evan & Trudgill (١٩٧٨) بخصوص الأمراض النيماتودية، و Hooker (١٩٨١) الذى كتب عن الأمراض بوجهٍ عام.

وتتعدد — كثيرًا — أمراض الجذور والذبول والأمراض الأخرى التى تعيش مسبباتها فى التربة وتصيب البطاطس، والتى تكون إصابتها — بصفة أساسية — عن طريق التربة. كذلك تتعدد وسائل مكافحة تلك الأمراض، ومنها ما يعتمد على التحكم فى

العوامل البيئية. ويمكن الإطلاع على وسائل مكافحة أمراض التربة فى البطاطس بالوسائل التى تعتمد على العوامل البيئية فى Lazarovits (٢٠١٠).

الندوة المتأخرة

يسبب الندوة المتأخرة late blight الفطر *Phytophthora infestans*.

الأعراض

تلاحظ أعراض الإصابة فى البداية فى حواف وأطراف الأوراق على صورة مساحات مائية المظهر، غير منتظمة الشكل تزداد تدريجيًّا فى الحجم، وتتحول أثناء ذلك إلى اللون البنى أو الأسود، مع ظهور هالة أبهت لونًا حولها (شكل ١-١)، ثم تجف الأوراق المصابة وتموت. وفى الجو الجاف تبقى الأعراض على هذه الصورة المحدودة، ولا تتكون جراثيم الفطر.



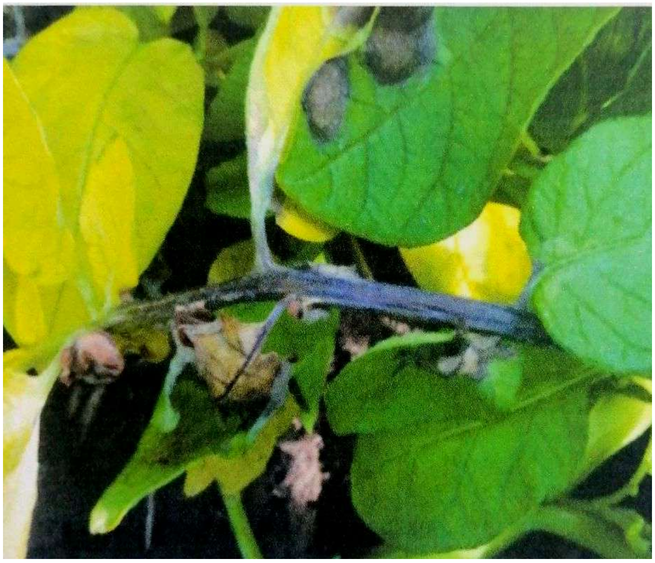
شكل (١-١): أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة على الأوراق.

أما فى الجو الرطب، فإن الإصابة تنتشر بشدة، ويظهر زغب أبيض اللون على السطح السفلى للأوراق مقابل المساحات المصابة — وخاصةً عند حوافها — يتكون من الجراثيم الأسبورانجية للفطر وحواملها، ومع تقدم الإصابة ينتشر الفطر بسرعة على النموات الخضرية؛ بما فى ذلك السيقان وأعناق الأوراق التى تظهر عليها بقع مماثلة

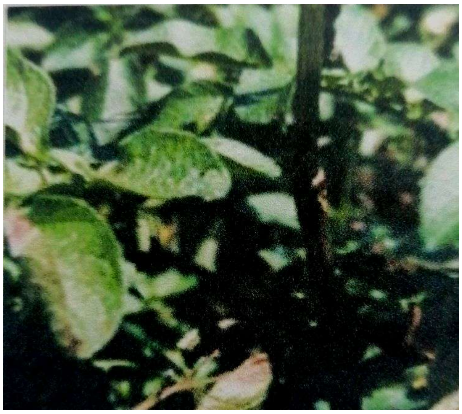
لتلك التى تظهر على الأوراق (شكلا ١-٢، و ١-٣). ويؤدى استمرار الإصابة إلى موت جميع الأجزاء الهوائية للنبات. وقبل أن تظهر الأعراض الوبائية للفحة يمكن الإحساس برائحة حريفة خفيفة تنتشر فى الحقول المصابة، تكون نذيرًا بقرب ظهور الوباء.

كذلك تصاب الدرنات أثناء نمو النباتات فى الحقل، لكن الأغلب أنها تتلوث بالفطر أثناء الحصاد عندما تتلامس مع نموات خضرية مصابة بالفطر. وتظهر على الدرنات المصابة مناطق بنية أو قرمزية اللون غير منتظمة الشكل. وإذا قطعت الدرنة فى المكان المصاب يلاحظ تلون أنسجتها تحت الجلد ولمسافة ١-١,٥ سم فى منطقة الإصابة بلون بنى ضارب إلى الحمرة (شكل ١-٤). يُحْدِث الفطر عفنًا جافًّا فى الدرنات، إلا أنه قد يتحول إلى عفن طرى إذا أصيبت الدرنة بكائنات أخرى ثانوية. هذا.. وتشتد إصابات الدرنات عند تساقط الأمطار أو مياه الرى بالرش التى تعمل على نقل جراثيم الفطر وأكياسه الأسبورانجية إلى حيث توجد الدرنات فى التربة.

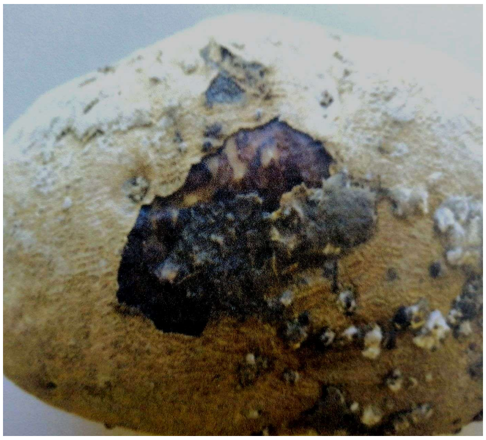
تتميز الإصابة بالندوة المتأخرة بأن البقع المرضية لا تظهر فيها حلقات متتابعة حول مركزٍ واحد، ولا تحدها العروق الرئيسية للورقة، كما فى الندوة المبكرة.



شكل (١-٢): أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة على عنق الورقة.



شكل (١–٣): أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة على الساق.



شكل (١–٤): أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة على الدرنة.

وبائية المرض والظروف المناسبة لانتشاره

يعيش الفطر من موسم لآخر فى الدرنات المصابة المعدة لاستخدامها كتقاوٍ؛ وهى التى تشكل المصدر الأولى للإصابة فى الحقل. وقد وجد أن المرض يمكنه أن ينتشر من بؤرة أولية إلى مساحة كيلومتر مربع كامل خلال موسم النمو؛ وبذا فإنه يكفى أن تكون ٠,٠١٪ من التقاوى مصابة بالفطر لكى ينتشر المرض فى كل أرجاء الحقل. وتعد التقاوى القليلة الإصابة أشد خطورة من التقاوى الشديدة الإصابة؛ لأن الأخيرة لا تنبت، بينما تنتج الأولى نباتًا مصابًا يكون هو البؤرة الأولية التى ينتشر منها المرض فى الحقل.

كما يمكن أن تبدأ الإصابة — كذلك — من درنات مصابة تركت فى الحقل من موسم سابق؛ حيث تعطى عند إنباتها نباتات مصابة تشكل مصدرًا أوليًّا للإصابة.

وتُشكل أكوام متبقيات نباتات البطاطس المصابة بالندوة المتأخرة مصدرًا أساسيًّا لإصابة الحقول القريبة منها بالمرض، حيث وصلت نسبة الإصابات المبكرة جراء ذلك — فى إحدى الدراسات — إلى ٧٤٪ (Zwankhuizen وآخرون ١٩٩٨).

ينتشر المرض فى الحقل بواسطة الكونيديا أو الجراثيم الأسبورانجية للفطر التى تنتقل بواسطة المطر والرياح. يحتوى كل كيس جرثومى على ٨–١٢ جرثومة هدبية. تنتقل هذه الجراثيم بواسطة رذاذ المطر ومياه الرى بالرش، وتسبح فى وجود غشاء رقيق من الماء على السطح النباتى، ثم تفقد الأهداب وتنبت محدثة الإصابة؛ وذلك فى حرارة ١٨ ْم أو أقل. أما فى حرارة ٢٢–٣٢ ْم، فإن كل كيس جرثومى يُحمل بواسطة الهواء وينبت مباشرة — فى وجود غشاء من الماء — معطيًا أنبوبة إنبات واحدة؛ أى إن الكيس الجرثومى يعمل فى الحرارة العالية كجرثومة كونيدية.

هذا.. وتتكون الأكياس الجرثومية فى رطوبة نسبية تتراوح بين ٩١٪ و١٠٠٪ وحرارة تتراوح بين ٣ و ٢٦ ْم، ولكن المجال الحرارى الأنسب لتكوينها يتراوح بين ١٨ و ٢٢ ْم. وتتكون الجراثيم السابحة فى خلال ساعة واحدة إلى ساعتين فقط فى الأكياس الجرثومية التى تتكون فى حرارة ١٥ ْم. ويكون إنبات كلٍ من الكونيديا والجراثيم السابحة سريعًا عند ارتفاع الحرارة عن ١٣ ْم، وخاصة بين ١٦ ْم و ٢٤ ْم.

تجف الأجزاء المصابة من الدرنات إذا وضعت فى مخازن باردة وجافة، ولكنها تنتشر بسرعة كبيرة إذا كان تخزينها فى حرارة ورطوبة عاليتين (Dixon ١٩٨٤، وروبرتس وبوثرويد ١٩٨٦).

ويناسب بدء الإصابة جو بارد رطب. أما تقدم المرض، فيناسبه الجو الدافئ. وقد وجد بالتجربة أنه إذا كانت الرطوبة النسبية ٧٥٪ أو أكثر والجو باردًا، لكن دون أن تنخفض الحرارة عن ١٠ ْم، فإنه يمكن توقع ظهور الإصابة بالندوة المتاخرة بعد ١٠

أيام. وتعرف هذه الفترة باسم Beaumont period، وتُتخذ كأساس للتنبؤ بالإصابة فى المملكة المتحدة، كذلك وجد أنه إذا كانت الرطوبة النسبية ٩١٪ أو أكثر لمدة ١١ ساعة فى اليوم خلال يومين متتالين، وكان الجو باردًا، لكن دون أن تنخفض درجة الحرارة عن ١٠ ْم، فإنه يمكن توقع ظهور الإصابة بالمرض بعد ١٠ أيام. وتعرف هذه الفترة باسم Smith period (عن Wheeler ١٩٦٩).

يتبين مما تقدم أن أنسب الظروف لحدوث الإصابة بالمرض بصورة وبائية هى عندما تكون الحرارة ليلاً حوالى ١٢ ْم مع ندى غزير أو أمطار، وحرارة مرتفعة نهارًا على ١٦-٢٤ ْم مع رطوبة نسبية عالية، وخاصة فى وجود الأمطار، أو الضباب الكثيف، أو الندى.

هذا.. ولم ينتج الفطر جراثيمه الجنسية (الجراثيم البيضية oospores) تحت ظروف الحقل الطبيعية — قبل عام ١٩٥٨ — إلا فى وادى تولوكا Toluca Valley بوسط المكسيك، ولكن الجراثيم البيضية ظهرت فى مناطق أخرى من العالم بعد ذلك؛ نتيجة لانتشار الطراز التزاوجى A2 — الذى لم يكن موجودًا إلا فى المكسيك — والذى يلزم للتزاوج مع الطراز التزاوجى A1 الواسع الانتشار (عن Andrivon ١٩٩٥).

المكافحة

إن من أهم الأساليب الزراعية التى يجب اتباعها للحد من الإصابة بالندوة المتأخرة، ما يلى:

١- تجنب التلوث الميكروبى (التصحاح sanitation)، ويُجرى ذلك بتجنب ترك الدرنات غير المرغوب فيها مكوَّمة فى الحقل، فتلك يجب حراثتها ودفنها فى التربة، أو تضمينها فى كومة كمبوست قبل إنبات المحصول الجديد. كما يجب التخلص من أى نباتات بطاطس تنمو كحشيشة.

٢- تجب التسميد الآزوتى الغزير الذى يحفز النمو الخضرى الزائد الذى يزيد من الإصابة بالندوة.

٣- تستعمل تقاوى معتمدة فى الزراعة، ولا تُخلط لوطات التقاوى معًا.

٤- الحذر عند تقطيع درنات التقاوى من نشر الإصابة بالندوة.

٥- تجنب الزراعة السطحية التى يمكن أن تصل جراثيم الفطر إلى درناتها المتكونة تحت التربة إذا ما غُسلت بفعل الأمطار أو ماء الرى بالرش.

٦- التخلص من النباتات التى تظهر عليها إصابة بالندوة فى جزء من الحقل.

٧- توقيت موعد الرى بالرش بحيث تجف النموات الخضرية قبل حلول الليل، مع مراعاة تقليل الرى فى المراحل الأخيرة من موسم النمو. وكقاعدة مؤكدة.. فإن ٣ سم من ماء الرى بالرش أو الأمطار خلال فترة ١٠ أيام تهيئ ظروفًا مناسبة جيدة للإصابة بالندوة المتأخرة.

٨- إذا ما استمر النمو الخضرى يافعًا حينما يحين موعد الحصاد، فإنه يتعين استعمال المجففات desiccants لخفض فرصة إصابة الدرنات بفطر الندوة المتاخرة.

٩- إذا أمكن ترك الدرنات فى الحقل لمدة نحو أسبوعين بعد التخلص من النمو الخضرى، فإن ذلك يسمح بظهور العفن على الدرنات المصابة بالندوة المتأخرة، ومن ثم يمكن التخلص منها فى الحقل بدفنها فى التربة، وعدم نقلها إلى المخازن.

١٠- تجنب تجريح الدرنات وابتلالها عند الحصاد.

١١- تنظيم تدفق تيار الهواء خلال الدرنات فى كوماتها بالمخازن؛ بهدف تجنب ارتفاع حرارتها وزيادة الرطوبة حولها (Kuepper & Sullivan ٢٠٠٤).

وتلزم لمكافحة الندوة المتأخرة مراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثة أو رباعية.

٢- استخدام تقاوٍ معتمدة وخالية من الإصابة فى الزراعة.

٣- التخلص من جميع نباتات البطاطس التى تنبت فى الحقل من درنات محصول سابق تكون قد تركت فى الأرض؛ وذلك قبل الزراعة بالدرنات المعتمدة.

٤- التخلص من النباتات المصابة التى تشاهد فى الحقل — أولاً بأولٍ- بمجرد اكتشافها.

٥- التخلص من النموات الهوائية المصابة قبل الحصاد برشها بحامض الكبريتيك، أو ببعض مبيدات الحشائش — مثل الدكوات diquat، والداينوسب dinoseb- بغرض القضاء على جراثيم الفطر التى تصيب الدرنات عند الحصاد ويقضى عليها أثناء التخزين (Miller وآخرون ٢٠٠٢).

٦- فرز الدرنات المصابة عند الحصاد، والتخلص منها خارج الحقل، واتخاذ كل الاحتياطات الممكنة لمنع تزريعها — حتى وهى فى خارج الحقل — ذلك لأنها تشكل مصدرًا رئيسيًّا للإصابة بالمرض فى الزراعات التالية.

٧- زراعة الأصناف المقاومة، على أن تؤخذ فى الحسبان احتمالات كسر المقاومة؛ نظرًا لتعدد السلالات الفسيولوجية للفطر المسبب للمرض. وقد وجد Stewart وآخرون (١٩٩٤) أن مقاومة النموات الخضرية ومقاومة الدرنات للمرض مرتبطتان؛ مما يدل على توحد الجينات التى تتحكم فيهما أو ارتباطهما.

٨- المكافحة بالمبيدات: تستعمل فى المكافحة بالمبيدات إما المبيدات الوقائية؛ وهى من مجموعة الداى ثيوكاربامات Dithiocarbamates، وإما المبيدات الجهازية التى تحتوى على الأميدات الفينولية Phynylamides؛ مثل الميتالاكسيل metalaxyl.

لقد اعتمدت مكافحة الندوة المتاخرة بصورة أساسية على استخدام المبيدات الفطرية، وهى التى ازداد معدل استعمالها كثيرًا مؤخرًا؛ بسبب ظهور سلالات جديدة من الفطر المسبب للمرض أكثر ضراوة عن تلك التى كانت منتشرة فيما سبق.

يكون استعمال المبيدات الوقائية لأجل الحماية من الإصابة لأطول فترة ممكنة؛ حيث تجرى أول رشة عندما تتلاقى النموات الخضرية فى الخطوط، ثم تستمر كل ١٠-١٤ يومًا بعد ذلك.

أما المبيدات الجهازية، فإنها توفر مكافحة أفضل للفطر؛ حيث لا تُغسل المبيدات بفعل الأمطار أو الرى بالرش، كما توفر الحماية للنموات الجديدة، إلا أن الفطر سريع

جدًّا فى تكوينه لسلالات جديدة مقاومة لتلك المبيدات إلى درجة أنه لا يمكن الاعتماد عليها منفردة لأكثر من موسمين زراعيين متتاليين؛ ولذا.. فإن بعض التحضيرات التجارية تحتوى على خليطٍ منها مع مبيدات من مجموعة الداى ثيوكاربامات (Parry ١٩٩٠).

يفضل دائمًا الرش على التعفير؛ كما يفضل استعمال معدات الرش التى يمكنها توزيع الكمية اللازمة من المبيدات فى حجم قليل من محلول الرش. والأفضل هو الرش بالطائرات التى يمكن بواسطتها المعاملة بالكمية اللازمة من المبيد فى حوالى ١٢–٢٠ لترًا فقط من محلول الرش للفدان؛ ففى هذه الطريقة لا توجد خطورة من انتقال الأمراض من نبات لآخر بالملامسة أو بواسطة معدات الرش والجرار المستعمل فى سحبها.

ومن المبيدات التى سبقت التوصية بها محليًّا (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧) ما يلى:

جالبين نحاس ٤٦٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء.

كوبرانتراكول ٥٥٪ مسحوق قابل للبلل (يحتوى على أكسى كلورور نحاس + بروبينيب) بمعدل ٣٥٠جم/١٠٠ لتر ماء.

بريفيكيور (ن) ٧٢,٢٪ سائل بمعدل ٢٥٠ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء.

ريدوميل بلص ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

تستعمل المبيدات السابقة عند ظهور الإصابة، وتكرر المعاملة بها كل ١٥ يومًا حسب شدة الإصابةوالظروف الجوية.

كذلك يمكن استعمال المبيدات التالية:

كوبرين (يحتوى على ٢٥٪ نحاسًا معدنيًّا منشطًا) بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر.

ساندوكورم (يحتوى على ٨٪ أوكساديكسيل، و٥٦٪ مانكوزيب، و١٤,٢٪ سيموكسانيل) بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

تراى ميلتوكس فورت (يحتوى على٢٠٪ مانكوزيب، و٢١,٥٪ أملاح نحاس — أوكسيكلور، وسلفات، وكربونات — و٦٪ مركبات جديد) بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

ساندوفان إم ٨ (يحتوى على ٨٪ اوكساديكسيل، و٥٦٪ مانكوزيب)، بمعدل ٢٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

أنتراكول ٧٠ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠–٣٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

كوبرافيت Cuprvit، ودايرين Dyrene، ويوبارين Euparen.

مانيب مسحوق قابل للبلل (مثل: ديايثين Dithane، وإم ٢٢ M22، ومانزيت Manzate).

زينب مسحوق قابل للبلل، ويمكن أن يستعمل بدلاً منه خليط من النابام nabam، وكبريتات الزنك، حيث يحل الزنك محل الصوديوم فى النابام. ومن التحضيرات التجارية للزينب دياثين ز ٧٨ Dithane Z 78. أما التحضير التجارى دياثين إم ٤٥ Dithane M45، فإنه يحتوى على كل من الزنك والمنجنيز.

بوليرام Polyram: مبيد آخر من مجموعة الدايثوكارباميت (يعرف باسم متيرام Metiram).

كابتافول Captofol: من المبيدات التى أثبتت جدواها فى مكافحة كلٍ من الندوة المتاخرة والمبكرة، وكذلك لفحة بوتريتس، ومن تحضيراته التجارية دايفولاتان Difolatan.

كلوروثالونيل Chlorothalonil: من تحضيراته التجارية برافو Bravo.

وقد أدى الرش بالميتالاكسيل/مانكوزب metalaxyl-mancozeb أثناء موسم النمو إلى تقليل أعفان الدرنات المتسببة عن الفطر *P. infestans* — وفطريات أخرى — أثناء التخزين (Platt ١٩٩٤).

تعطى أول رشة من المبيدات الوقائية عندما لا تتعدى الإصابة ٠,١٪ ويؤدى تأخير أول رشة عن ذلك إلى ازدياد الضرر، حتى مع استمرار الرش. ويحتاج محصول العروة الخريفية — عادة — إلى ٣ رشات، وتكون الرشة الأولى — عادة — بعد ٤٥–٥٠ يومًا من الزراعة، والرشة الثانية بعد ٢٥ يومًا من الأولى، والثالثة بعد ١٥ يومًا أخرى. ويلزم نحو

٤٠٠ لتر من محلول الرش فى الرشة الأولى، ونحو ٦٠٠ لتر فى كل من الرشتين الثانية والثالثة. أما فى العروة الصيفية العادية؛ حيث لا تلائم الظروف الجوية السائدة خلالها انتشار الإصابة؛ فإن النباتات ترش رشتين وقائيتين بأحد المركبات السابقة، وبالنسب المنوه عنها، وتكون الرشة الأولى بعد نحو ٨٠ يومًا من الزراعة، والثانية بعد ١٠ أيام من الرشة الأولى فى الأصناف المبكرة، وبعد ١٥ يومًا فى الأصناف المتأخرة النضج.

وتجدر الإشارة إلى أن التركيزات التى ترش بها بعض المبيدات مثل المانكوزب يمكن أن تخفض إلى ٢٠٪–٨٠٪ من التركيزات الموصى بها؛ وذلك عند زراعة الأصناف ذات المقاومة الأفقية العالية للفطر؛ مثل كارا Cara، وبرودك Brodick، وتوريدون Torridon (Clayton & Shattock ١٩٩٥).

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (١٩١٨) بمكافحة الندوة المتأخرة باستعمال ٧٤ مبيدًا، هى: أروميل إم زد — أكروبات مانكوزيب — أكروبات نحاس — أكواجن برو — أميستار– انتراكول — اليكتس– انفينيتو — أورفيجو — أوكسى بلس — برادو — برافوتوب — بروبلانت — بريفيكيور ن — بلانت جارد — بروكيور — بوكاجى — ترايدكس — ترايدكس سوبر — ترايوماكس — جالبين مانكوزيت — جالبين نحاس — جولد ستون — دايثين إم ٤٥ — دايسان — دايكوزيب — دل كب — دودجو — رانمان — رادو النصر — رولكس — ريدومين جولد إم زد — ريدوميل جولد بلس — ريفاس توب —ريفاس — ريفاس إم زد — ريفال — زان — زجنال — زووم — ستروماك — سوبر مانكو — سيرينو — سيفون مان — شامب دى بى — شيرلان — فاكوميل إم زد — فنجى مورث — فنجيوران أو أتش — فوليو جولد — فولار إم زد — فيجى كلين — فينر — كباكيت — كبريو ديو — كوما — كونسنتو — كينج — كيور بلاس — ليماى — مانفيل — مانكو — مانكو النصر — مانكو سيل بلاس – مترودكس — مورفى — ناندو — نوفيكيور — وينر جولد.

هذا.. ويمكن خفض جرعات المبيدات المستخدمة فى مكافحة الندوة المتأخرة بأمان فى الأصناف التى تحمل مستوى عالٍ من المقاومة الكمية للندوة المتاخرة، ولكن يوجد

خطورة عند خفض جرعة المبيدات مع الأصناف الأقل مقاومة، وتزداد الخطورة مع ازدياد ضعف المقاومة الوراثية فى الصنف المزروع (Naerstad وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة بالمركبات النحاسية

يمكن استعمال المركبات النحاسية (التى يُسمح بها — كذلك — فى الزراعات العضوية، مثل مخلوط بوردو، وايدروكسيد النحاس، وأكسيدالنحاس، وأوكسى كلوريد النحاس) فى منع حدوث الإصابة بالندوة، لأجل تجنب انتشار المرض. ويتطلب الأمر — عادة — ما بين ٩ إلى ١٥ رشة. وإذا ما استخدم مخلوط بوردو فإن الرش بهذا العدد من المرات يعنى إضافة ١–٣,٥ كجم من النحاس المعدنى لكل فدان فى الموسم الواحد، بما يعنى إضافة ١–٣,٣٥ جزءًا فى المليون من النحاس فى الخمسة عشر سنتيمترًا العلوية من التربة. ويكون ذلك مقبولاً إذا ما كانت زراعة البطاطس فى دورة خماسية، وهى التى توصى بها لمكافحة أمراض البطاطس، إلاّ أن مخاطر زيادة تركيز النحاس فى التربة تتوقف — كذلك — على كل من: مدى تواجده أصلاً فى التربة، ومحتوى الأسمدة الكيميائية والعضوية المستعملة من العنصر، و pH التربة وقدرتها التنظيمية، ومدى الفقد الذى يحدث فى العنصر بفعل الأمطار وماء الرى، وتركيز النحاس فى المواد المستعملة فى الرش. ومن أكثر مساوئ تراكم النحاس فى التربة تأثيره السام على عديد من الكائنات الدقيقة المفيدة، وخاصة الديدان الأرضية والطحالب الخضراء المزرقة، وهى التى تقوم بتثبيت آزوت الهواء الجوى فى التربة (Kuepper & Sullivan ٢٠٠٤).

وعلى الرغم من استمرار استعمال تلك المركبات النحاسية فى الإنتاج العضوى.. فإن الاتجاه — حاليًّا — هو نحو تقليل الاعتماد عليها بسبب المخاطر البيئية التى ترتبت على تراكم متبقيات النحاس فى التربة. ولا يسمح الاتحاد الأوروبى حاليًّا باستعمال أكثر من ٦ كجم من عنصر النحاس/هكتار (٢,٥ كجم/فدان) سنويًّا. ولذا.. فإن الاعتماد على بدائل المبيدات فى مكافحة الندوة المتأخرة أصبح هو الاتجاه الملحّ الآن.

وتتضمن بدائل المكافحة المركبات الطبيعية التى تنتجها النباتات أو الكائنات الدقيقة، وكذلك الممارسات الزراعية المناسبة (Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة بفوق أكسيد الأيدروجين

يُستعمل التحضير التجارى Storox – الذى يحتوى على فوق أكسيد الأيدروجين – فى كل من الوقاية من الإصابة والعلاج منها. ويمكن دخول الحقول المرشوشة – بأمان– بمجرد جفاف سائل الرش (Kuepper & Sullivan ٢٠٠٤).

المكافحة بالفوسفايت

تُفيد معاملة تقاوى البطاطس ونمواتها الخضرية بفوسفايت البوتاسيوم potassium phosphite (وهو ملح البوتاسيوم لحامض الفوسفورس phosphorous acid) فى حث تكوين استجابات دفاعية فى نسيجى بيريدرم الدرنات المتكونة وقشرتها، تكون مصاحبة بتغيرات تركيبية وبيوكيميائية (Olivieri وآخرون ٢٠١٢).

إن الفوسفايتات phosphites هى أملاح معدنية لحامض الفوسفورس phosphorous acid ولقد وفرت معاملة درنات التقاوى بالفوسفايت حماية كبيرة من الإصابة بالفطر *Phytophthora infestans* (مسبب مرض الندوة المتأخرة)، ومتوسطة ضد الفطر *Fusarium solani*، وضعيفة ضد الفطر *Rhizoctonia solani*. كذلك أدت معاملة درنات التقاوى بفوسفايت الكالسيوم أو البوتاسيوم بنسبة ١٪ من الدرنات المعاملة إلى إنباتها مبكرًا عن إنبات الدرنات التى لم تُعامل. وعندما أجريت المعاملة بالفوسفايت رشًّا على النموات الخضرية ٢–٤ مرات كانت الحماية عالية ضد الإصابة بالندوة المتأخرة. ولم تكن لتلك المعاملة أى تأثيرات سلبية على النمو النباتى. وفى المقابل.. فإن المعاملة بفوسفايت الكالسيوم جعلت الأوراق أكثر اخضرارًا وأخَّرت وصول المحصول لمرحلة الشيخوخة (Lobato وآخرون ٢٠٠٨).

كما وجد أن رش حقول البطاطس بالفوسفايت phosphites أدى إلى جعل الدرنات المنتجة أقل قابلية للإصابة بكل من *P. infestans*، و *F. solani*، و *E. carotovara* أثناء

التخزين، بما يعنى احتمال حث هذا المركب لاستجابات دفاعية جهازية فى النباتات المعاملة. وأدت عدوى الدرنات — التى حُصل عليها من نباتات عوملت بالفوسفايت — بالفطر *P. infestans* إلى زيادة فى محتوى تلك الدرنات من الفيتوألاكسين؛ بما يعنى احتمال مشاركته فى الاستجابة الدفاعية. كذلك ازداد محتوى تلك الدرنات من الشيتينيز chitinase بعد ٧٢ ساعة من تجريحها أو عدواها بالفطر *P. infestans*، مقارنة بما حدث فى درنات عوملت بطريقة مماثلة ولكنها كانت من نباتات لم تُعامل بالفوسفايت. وازداد — كذلك — فى الدرنات التى حُصل عليها من نباتات عوملت بالفوسفايت نشاط الإنزيمين peroxidase، و polyphenol oxidase، بما يعنى أنهما قد يلعبا دورًا فى الآلية الدفاعية. هذا.. ولم تكن لهذه المعاملة تأثيرات سلبية على محصول البطاطس؛ بما يعنى أن النشاط الدفاعى الذى أحدثته المعاملة لم يمكن على حساب الطاقة التى احتاجها النبات للنمو والإنتاج (Lobato وآخرون ٢٠١١).

وأدى الجمع بين المعاملة بفوسفايت البوتاسيوم potassium phosphite مع جرعات مخففة من المبيدات الفطرية إلى تحقيق نفس مستوى الحماية من الإصابة بالندوة المتأخرة مثل المعاملة بالجرعة الكاملة الموصى بها من المبيدات الفطرية. وإلى جانب مزايا الجرعة المخففة من المبيدات، فإن ذلك يقلل — كذلك — من الضغط الانتخابى على الفطر المرض لتطوير سلالات مقاومة للمبيدات. وكانت المعاملة بالفوسفايت — منفردة — كافيه لمتابعة الندوة المتأخرة فى أصناف البطاطس النشوية المقاومة نسبيًّا للفطر. وفى تلك الأصناف كانت المعاملة المزدوجة بالفوسفايت والمبيدات الفطرية كل أسبوعين مماثلة فى الحماية من الإصابة مثل الحماية التى توفرها المعاملة الأسبوعية بالمبيدات الفطرية بالجرعة الموصى بها. كذلك أعطت معاملة الرش الورقى بالفوسفايت حماية من إصابة الدرنات بالندوة مثل الحماية التى توفرها المعاملة بأفضل المبيدات الفطرية (Liljeroth وآخرون ٢٠١٦).

كما أحدثت المعاملة بالفوسفايت phosphite منفردًا، أو مع جرعة منخفضة من الريدوميل جولد (مانكوزب ٦٤٪، وميتالاكسيل ٤٪ وزنًا بوزن) تثبيطًا فعالاً للندوة

المتأخرة فى صنفين من البطاطس تحت الظروف الإصابة الخفيفة أو الطبيعية بالمرض، إلاّ أن الفوسفايت لم يكن بفعالية المبيد الفطرى فى ظروف الإصابة الشديدة (Mulugeta وآخرون ٢٠١٩).

المكافحة بالفوسفونات

جُرِّب استخدام ثمانى أنواع من الفوسفونات phosphonates فى مكافحة الندوة المتأخرة فى البطاطس. ووجد أن استعمالها بتركيز ٢,٥ جم مادة فعّالة/ لتر حقق كفاءة فى مكافحة المرض تساوت مع تلك التى تحققت باستخدام المبيدات الفطرية غير الجهازية: مانكوزيب mancozeb، وكلوروثالونيل chlorothalonil بنفس المعدل. وعندما استخدمت الفوسفونات بتركيز يزيد عن ٢,٥ جم مادة فعالة/ لتر فإنها حققت كفاءة فى المكافحة أعلى من تلك التى حققتها المبيدات غير الجهازية (Kromann وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة بالشيتوسان

تأخر الوصول إلى الحالة الوبائية فى نباتات البطاطس التى عُوملت بثمانى رشات من الشيتوسان chitosan (وهو: N,O-carboximethyl chitosan) بتركيز ٠,١٪ (وزن: حجم)، وكانت المعاملة لا تقل كفاءة عن المعاملة بالمبيد الفطرى metalaxyl. وعندما كانت المعاملة بالشيتوسان والميتالاكسيل بالتبادل حدث تأثير تداؤبى (تآزرى) synergistic، وأمكن خفض عدد مرات الرش بالميتالاكسيل بمقدار ٥٠٪ (من ثمانى إلى أربع رشات) (Muzubuti وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أعطت المستخلصات النباتية — فى كثير من الدراسات التى أجريت فى ظروف متحكم فيها — نتائج مماثلة لتلك التى حُصل عليها باستعمال المبيدات المصنعة. وقد وجد — على سبيل المثال — أن مستخلص فصوص الثوم بتركيز ١٪ أو ٢٪ ثبِّط تمامًا تكوين الجراثيم السابحة للفطر ونموه. وعندما عُوملت النباتات بمستخلص الهكسان لنوع الفلفل

الطويل *Piper longum*.. انخفض موت النباتات بنسبة ٦٠٪. وأعطت معاملة النبيتات plantlets بمستخلص كورمات الكركم *Cucuma longa* بتركيز ٥٠٠ أو ١٠٠٠ مجم/لتر مستوى مكافحة للفطر *P. infestans* مماثل لذلك الذى حُصل عليه من استعمال المبيد كلوروثالونيل chlorathalonil. كذلك أدت المعاملة بمستخلص النبات *Inula viscose* بتركيز ١٪ (وزن/حجم) إلى خفض الإصابة بالندوة المتأخرة فى نباتات الطماطم والبطاطس بنسبة ٩٠٪.

وانخفضت شدة الإصابة باللفحة فى الأوراق المفصولة التى عُوملت بمستخلصات أى من النباتات:

Rheum rhabarbarum

Solidago canadensis

Artemisia vulgaris

Impatiens parviflora

Urtic dioica

ويُفيد مستخلص الكمبوست — بما فيه من كائنات دقيقة فى مكافحة الندوة المتأخرة.

يستخدم شاى الكمبوست compost tea فى المكافحة، وهو المستخلص المائى للتربة مع الكمبوست النباتى المتخمر. يُحسِّن شاى الكمبوست من خصوبة التربة وأيضًا يفيد فى مكافحة الآفات والأمراض. وتُعد العشائر الميكروبية فى شاى الكمبوست هو المكون المسئول عن كفاءة فعله (Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة بالزيوت الأساسية

يُعد النيم *Azadirachta indica* نبات شائع الاستعمال، ويُعرف جيدًا أن مستخلصات بذوره وزيته تستخدم فى مكافحة الحشرات ومسببات الأمراض. ويعتبر

الآزاديراكتين azadirachtin هو المادة الفعالة فى كل من زيت النيم ومستخلصاته. وتعد الندوة المتأخرة من الأمراض التى يُفيد زيت النيم فى مكافحتها.

وقد أعطت المعاملة بالزيوت الأساسية لكل من الزعتر والنعناع والشبت والكراوية والزوفا hyssop (الاسم العلمى: *Hyssopus officinalis*) مكافحة جيدة للندوة المتأخرة فى البطاطس، وكان أكثرها فاعلية زيت الزوفا.

وقد ضَعُفَ النمو الفطرى بالمعاملة بالزيوت الأساسية لأى من النباتات:

Origanum syriacum var. bevanii

Thymbra spicata subsp. spicata

Lavandula stoechas subsp. *stoechas*

Rosmarinus officinalis

Foeniculum vulgare

Laurus nobilis

وكانت أكثر المركبات فاعلية فى هذه الزيوت:

Carvacrol

Camphor

Borneol

1,8-cineole

Anethole

وتتوفر حاليًا مستحضرات تجارية مشتقة من الخزامى lavender، والأوريجانو oregano، والزعتر، والمردقوش marjoram تُستخدم فى مكافحة الحشرات والأمراض النباتية.. وقد أدت جميعها إلى تثبيط نمو الفطر *P. infestans* عند ما عُومل بها فى

بيئات الزراعة. وفى ظروف حجرات النمو قللت المعاملة بزيت الأوريجانو شدة الإصابة بالندوة بنسبة ٢٨٪–٣٠٪ (Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة الحيوية

على الرغم من نجاح المكافحة الحيوية فى مكافحة عديد من الأمراض فإنها لم تلق نجاحًا كبيرًا فى مكافحة الندوة المتاخرة، وذلك بسبب السرعة التى تحدث بها الإصابة والتى يتطور بها المرض بصورة وبائية.

ومن بين الكائنات الدقيقة التى استخدمت فى المكافحة الحيوية للندوة المتأخرة وأعطت نتائج جيدة الفطران *Penicillium aurantiogriseum*، و *Stachybotrys atra* (وهو: *S. chartarum*) اللذان استخدما على صورة معلق للجراثيم الكونيدية بتركيز ١٠ ^{٤} – ١٠ ^{٥} جرثومة/مل قبل عدوى الأوراق بالفطر *P. infestans*، وهى المعاملة التى خفضت شدة الإصابة باللفحة بمقدار ٩٣٪، و٨٤٪ للفطرين، على التوالى. وقد أُرجعت فاعلية الفطرين فى مكافحة المرض إلى التضادية الحيوية والتنافس على المكان والغذاء.

كذلك أعطت المعاملة بمستخلص الكمبوست المزود بسبعة من الكائنات الدقيقة مكافحة تساوت مع تلك التى حُصل عليها باستعمال خليط من المبيدين ميتالاكسيل metalaxyl ومانكوزب mancozeb.

وقد حُصل على أفضل النتائج فى مكافحة الندوة المتأخرة باستعمال البكتيريا السالبة لصبغة جرام *Xenorhabdus* spp.، مثل *X. bovieni* ونواتجها الأيضية.

ومن أكثر التحضيرات التجارية فاعلية فى مكافحة الندوة التحضير Serenade الذى يحتوى على السلالة QST-713 من البكتيريا *Bacillus subtilis*، وهى تعمل كمبيد فطرى مانع للإصابة بالتضادية الحيوية. وعند الرش بالـ Serenade فإنه يمنع اتصال فطر الندوة بالعائل، ويوقف نموه، ويحث تكوين مقاومة مكتسبة فى النبات. ويستخدم المركب بمعدل ١–٢ كجم/فدان (Kuepper &Sullivan ٢٠٠٤، و Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

وعندما حُصل على مجموعة كبيرة من العزلات البكتيرية كان لبعضها نشاطاً بيولوجيًّا ضد الفطر *P. infestans* (السلالة US-8)، وكانت تلك العزلات تنتمى إلى الأجناس *Bacillus*، و *Pseudomonas*، و *Rahnella*، و *Serratia*، وكان تأثيرها المثبط إما مباشرًا من خلال التضادية الحيوية، أو غير مباشر من خلال حثها لنظم دفاع نباتية (Daayf وآخرون ٢٠٠٣).

وأعطى رش نباتات الطماطم والبطاطس بمستخلص الغزل المجفف للفطر *Penicillium chrysogenum* المنتج للبنسلين مكافحة للندوة المتأخرة بلغت ٧١٪ فى الطماطم، لكن المعاملة لم تكن مؤثرة فى حالة البطاطس (Mizubuti وآخرون ٢٠٠٧).

ووجد أن معاملة أوراق البطاطس بعزلات برية wild من كلٍ من أنواع الخميرة *Metschnidowia pulcherrima*، و *Curibasidium pallidicorallinum*، و *Candida saitoana* قبل عدواها بالفطر *P. infestans* قللت من أعراض الإصابة بالفطر بطريقة تشبه إحداثها لمناعة مكتسبة (Hadwiger وآخرون ٢٠١٥).

كما وُجد أن معاملة تقاوى البطاطس المتبرعمة بالسلالة MUCL 41833 من فطر الميكوريزا *Rhizophagus irregularis* يقلل من إصابة النباتات النامية بالفطر *P. infestans* — فقط — فى ظروف الإصابة الضعيفة ولفترة قصيرة من النمو النباتى (Alaux وآخرون ٢٠١٨).

وأثبتت العزلة HNA14 من فطر الترايكودرما *Trichoderma* قدرة عالية جوهريًّا على تثبيط نمو الفطر *P. infestans* فى البيئة الصناعية بخاصيتى قدرة النواتج الأيضية المضادة لنمو الفطر المرض بواسطة الترايكودرما (مما حدَّ من نمو واتساع مستعمرات الفطر المرض فى البيئة الصناعية)، وبالتطفل الفطرى mycoparasitism للترايكودرما على *P. infestans*.. وتحت ظروف الحقل.. كانت تلك العزلة عالية الكفاءة فى خفض الإصابة بالندوة المتاخرة جوهريًّا (Yao وآخرون ٢٠١٦).

المكافحة بالمواد الناشرة البكتيرية

أظهرت السلالة 2.74 من البكتيريا *Pseudomonas koreensis* (وهى من الـ Pseudomonads الفلورية) قدرة فائقة على القضاء على الأجسام السابحة للفطر *P. infestans* من خلال ما تفرزه من مواد ناشرة بيولوجية biosurfactants. وأحدثت المعاملة بتلك المواد الناشرة بتركيز ١ مجم/مل نقصًا جوهريًّا فى الإصابة بالندوة المتاخرة، كما حفَّزت خلايا العائل من الصنف Ovatio المقاوم جزئيًّا للندوة على إفراز البروتين ١ (protein 1) ذات الصلة بالنشاط المرض فى الجدر الخلوية؛ هذا.. ولم يكن للمعاملة بمعلق من البكتيريا ذاتها تأثيرًا على الإصابة المرضية (Bengtsson وآخرون ٢٠١٥).

المكافحة بمستحثات المقاومة

يمكن بالمعاملة بالـ β-aminobutyric acid (اختصارًا: BABA) خفض جرعة المبيد الفطرى المستعمل إلى النصف مع الحصول على مكافحة للندوة المتأخرة تعادل المكافحة عند المعاملة بالجرعة الكاملة من المبيد (Liljeroth وآخرون ٢٠١٠).

ولقد أدت معاملة النموات الخضرية للبطاطس بأى من الـ BABA، أو الـ fosetyl-aluminium إلى مقاومتها للفطر *P. infestans* قبل الحصاد، وفى الدرنات بعد الحصاد. وكلما كانت المعاملة أبكر كلما كان تأثيرها أقوى. وازداد فى درنات البطاطس بعد الحصاد مستويات كل من الـ β-1,3-glucanase، والـ aspartic protease، والفينولات والفيتوألاكسين. ويستفاد مما تقدم أن التأثير الإيجابى للمعاملة استمر طوال فترة حياة المحصول (Andreu وآخرون ٢٠٠٦).

وأحدثت معاملة نباتات البطاطس بالـ BABA خفضًا جوهريًّا لنشاط الفطر *P. infestans* (مسبب مرض الندوة المتأخرة) بالأوراق، كما أحدثت تنشيطًا سريعًا لعدد من الاستجابات الدفاعية، وكان ذلك التنشيط أسرع وأقوى فى الصنف المقاوم Ovatio عما فى الصنف Bintje. وأظهر الفحص المجهرى تسبب المعاملة بالـ BABA فى حث تكوين بقع صغيرة شبيهة بتلك التى تتكون نتيجة تفاعل فرط الحساسية، وكانت

محاطة بالكالوز callose، مع إنتاج فوق أكسيد الأيدروجين. كما أظهر التحليل الجزيئى والكيميائى زيادة فى تمثيل الفينولات الذائبة — مثل الـ arbutin وحامض الكلوروجنك — وتنشيط الـ PR-1. ويستفاد مما تقدم إسهام المعاملة بالـ BABA فى تنشيط مباشر للاستجابات الدفاعية، مع اختلاف ذلك التأثير باختلاف الأصناف (Bengtsson وآخرون ٢٠١٤).

وتوفر المعاملة بالمستحِث elicito المزدوج COS-OGa حماية للبطاطس من الإصابة بالندوة المتأخرة. يجمع هذا المستحِث بين كل من الـ cationic chitosan oligomers، والـ anionic pectin oligomers، وترجع تلك الحماية إلى زيادة المعاملة لنشاط جينات الدفاع فى البطاطس (الجينان PR-1، و PR-2 المنتجان لبروتينات ذات صلة بالنشاط المرض pathogensis-related proteins)، وليس لأى تأثير سام للمستحِث على الفطر المرض (Clinckemaillie وآخرون ٢٠١٧).

الندوة المبكرة

يسبب مرض الندوة المبكرة early blight الفطر *Alternaria solani*.

الأعراض

تتميز الإصابة بظهور بقع كبيرة مستديرة إلى بيضاوية الشكل رمادية إلى بنية أو سوداء اللون على الأوراق. تكون هذه البقع جلدية الملمس وغائرة قليلاً، تحدها العروق، ومحاطة — غالبًا — بهالة صفراء اللون، وتشاهد فيها حلقات متتابعة داكنة وفاتحة اللون (شكل ١–٥). ومع ازدياد البقع فى المساحة، فإنها تندمج بعضها ببعض تدريجيًّا إلى أن تشمل الورقة كلها. ولا تظهر جراثيم الفطر على السطح السفلى للأوراق مقابل المساحات المصابة كما فى الندوة المتأخرة. يُفْرز الفطر المسبب للمرض مركبًا سامًّا للنسيج النباتى ينتشر فيه قبل تقدم الفطر ذاته من النسيج المصاب. ولذا تشاهد دائمًا هالة صفراء تحيط بالبقعة المرضية (شكل ١–٦).

تبدأ الأعراض فى الظهور على الأوراق المسنة التى قاربت الوصول إلى مرحلة الشيخوخة؛ وهى التى يكون الفطر أكثر ضراوة عليها. ومع موت الأوراق السفلى، ينتشر

المرض فى الأوراق العليا تدريجيًّا. وبعد جفاف الأوراق المصابة، فإنها تتدلى، ولكنها تبقى متصلة بالنبات.

وقد تظهر الإصابة على سيقان النبات على صورة بقع بنية إلى سوداء اللون، ولكنها نادرة الحدوث؛ بعكس الحال فى إصابات الطماطم بالمرض ذاته.

كذلك تظهر أعراض الإصابة على الدرنات فى شكل بقع محددة يبلغ قطرها نحو ٢ سم، وتكون منخفضة قليلاً عن سطح الدرنة، وذات حافة مرتفعة يكون لونها بنيًّا ضاربًا إلى الحمرة، وفلّينية. ونادرًا ما تتعمق الإصابة فى الدرنة إلى أكثر من سنتيمتر واحد (شكل ١–٧). وعلى خلاف الأوراق، فإن الدرنات الصغيرة يمكن أن تصاب بالمرض مثل الدرنات الكبيرة.



شكل (١–٥): أعراض الإصابة بالندوة المبكرة على الورقة.



شكل (١-٦): أعراض إصابة النبات بالندوة المبكرة.



شكل (١-٧): أعراض إصابة الدرنة بالندوة المبكرة.

وبائية المرض والظروف المناسبة لانتشاره

ينتج الفطر المسبب للمرض عديدًا من الجراثيم الكونيدية الداكنة فى الأنسجة المصابة. ويمكن لهذه الجراثيم أن تبقى محتفظة بحيويتها خلال فصل الشتاء وعلى بقايا النباتات فى الحقل. وتنتشر الجراثيم بواسطة التيارات الهوائية — بصفة

رئيسية، ولكنها قد تنتشر كذلك بواسطة المطر، ورذاذ مياه الرى بالرش، والتقاوى المصابة. ويظهر المرض غالبًا حينما لا توجد إصابة بالندوة المتأخرة.

ينتشر المرض فى الجو الحار المطر، وكذلك فى الجو الحار الجاف عند كثرة الندى أو إذا كان الرى بطريقة الرش (سواء استعملت طريقة الرشاشات الدوارة، أم الرى المحورى)، ولكن تقل خطورة المرض كثيرًا فى الجو الجاف إذا كان الرى بطريقة الغمر أو بالتنقيط.

وتنتقل جراثيم الفطر بواسطة التيارات الهوائية، إلا أنها تحتاج إلى رطوبة حرة لكى يمكنها الإنبات وإحداث الإصابة.

يناسب الإصابة مجال حرارى واسع يتراوح بين ١٣ ْم و٢٥ ْ م، ولا تتكون جراثيم الفطر الكونيدية فى حرارة تزيد على ٢٧ ْم، بينما لإصابة الدرنات حرارة منخفضة نسبيًّا تتراوح بين ١٢ ْم و١٦ ْم.

وتؤدى الرياح المحملة بالرمال إلى تجريح الأوراق وزيادة شدة الإصابة عند تواجد الفطر، وخاصة إذا تبعها ندى غزير، أو ضباب، أو أمطار، أو رى بالرش.

كما تؤدى جميع العوامل التى تدفع النباتات إلى الشيخوخة المبكرة — مثل الملوحة العالية (Nachmias وآخرون ١٩٩٣). والجفاف أو غدق التربة — إلى تهيئة النباتات للإصابة الشديدة بالفطر (Hill & Waller ١٩٨٨).

المكافحة

تلزم لمكافحة الندوة المبكرة مراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية.

٢- استخدام تقاو سليمة وخالية من الإصابة فى الزراعة.

٣- التخلص من النموات الخضرية المصابة بحرقها.

٤- حصاد الدرنات بعد تمام نضجها؛ لأن الدرنات غير الناضجة تكون أكثر عرضة للإصابة (Walker ١٩٦٩).

٥- المكافحة بالمبيدات:

من المبيدات الموصى بها محليًّا لمكافحة مرض الندوة المبكرة، ما يلى:

كوبرانتراكول ٥٥٪ مسحوقًا قابلاً للبلل بمعدل ٣٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

كوسيد ١٠١ ٧٧٪ مسحوقًا قابلاً للبلل بمعدل ١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

وللوقاية من الندوة المبكرة، ترش النباتات بأحد هذه المبيدات بعد حوالى ٥٠ يومًا من الزراعة ويكرر الرش كل ١٥-٢١ يومًا حسب حالة الإصابة والظروف الجوية.

ومن المبيدات التى أثبتت جدواها فى مكافحة الندوة المبكرة مبيدات الكارباميت؛ مثل: المانيب، والزينب، وكذلك الكابتافول Captafol.

كذلك يمكن استعمال المبيدات التالية: كوبرين بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، وساندوكور م بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، وتراى ميلتوكس فورت بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، وساندوفان بمعدل ٢٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، وأنتراكول ٧٠ بمعدل ٢٥٠-٣٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

يراعى دائمًا - عند استعمال المبيدات غير الجهازية - تكرار الرش على فترات متقاربة (كل ١٠-١٥ يومًا)؛ وذلك لضمان تغطية النموات النباتية الجديدة - أولاً بأول - بالمبيد حتى لا تنبت جراثيم الفطر إذا وقعت عليها. ويكفى - عادة - ثلاث رشات بالمبيدات للوقاية من الإصابة بالمرض.

وقد أوضحت دراسات Shtienberg وآخرون (١٩٩٦) ان المبيدين الجهازيين تبوكونازول Tebuconazole (فوليكر Folicur)، وداى فنوكونازول Difenoconazole (سكور Score) كانا فى بعض الأحيان أكثر كفاءةً من المبيدات غير الجهازية؛ مثل مانكوزب mancozeb، وكلوروثالونيل chlorothalonil.

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (١٩١٨) بمكافحة الندوة المبكرة باستعمال ٥٧ مبيدًا، هى: أكواجن برو - أنادول - اندكس - أوتييما - أى بى كور - إيمثان - إيرون

— بروكسانيل — برونتو — بريفاكيم — بوليرام دى إف — بيوجيل سى إكس — تازولين — توليدور — جاردنر — جانجر — جينكس– دايفى كور — دل كب — ديسنت — دلما — ديوت إم — روكسيل إم — ريدوزين — ريدوميل جولد إم زد — روكسيل بلس — ريفاس توب — ريميك — ساندكيور — ساندوزول — سبيريت — سبيدسايد — ستون — سكور — سكوربيو — سوجان — صنكوزيب — فلو إى زد — فوليكور — كاديلاك — كبريو توب — كبريوديو — كوبرس كزد — كوبوكو — كوسيد — كوبربرو– كيرف — كيو إم — لوناترانكيوليتى — ماتكوجولد– ماجما — مورانو — نوفيكيور — نيمو — يوروتك — يونيميل.

المكافحة بالمستخلصات النباتية

أحدثت المعاملة بعدد من المستخلصات النباتية للنيم، والبصل، و *lantana camara*، و *Ocimum sanctum*، و *Eucalyptus globolus* رشًّا بتركيز ٥٪.. أحدثت خفضًا فى شدة الإصابة بالفطر *Alternaria solani* مسبب مرض الندوة المبكرة، وكانت أكثر المعاملات تأثيرًا هى التى كانت بمستخلصات *Eucalyptus globolus*، و *Ocimum sanctum* (Debbarma وآخرون ٢٠١٧).

وأعطت المعاملة رشًّا بمستخلص *Lantana camara* — مقارنة بالرش بمستخلصات عديد من الأنواع النباتية الأخرى — أقل إصابة بالندوة المبكرة، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى تركيز كل من البروتين الذائب والفينولات الكلية (Kumar وآخرون ٢٠١٧).

الذبول الفيوزارى

يسبب مرض الذبول الفيوزارى Fusarium Wilt الفطر *Fusarium oxysporum*. قد تذبل النباتات المصابة فجأة، وقد تظهر الأعراض بصورة تدريجية. وتنتج التقاوى المصابة نباتات متقزمة، نادرًا ما تصل إلى الحجم الطبيعى. أما النباتات التى تصاب عن طريق التربة، فإن أوراقها السفلى تصفرّ أولاً، ثم تمتد الإصابة إلى الأوراق العليا تدريجيًّا، ويلى ذلك ذبول الأوراق، ثم موت النبات. وعند قطع سيقان النباتات طوليًّا يلاحظ تلون الحزم الوعائية بامتداد الساق بلون بنى ضارب إلى الصفرة. ويمتد هذا التلون

— أحيانًا — إلى نهاية الأفرع الرئيسية، كما يظهر التلون ذاته فى النسيج الوعائى للدرنات المصابة. ويبدأ ذلك من الطرف القاعدى لدرنة، ثم ينتشر فيها تدريجيًّا نحو الطرف البعيد.

يُمَيز الذبول الفيوزارى عن ذبول فيرتسيلليم فى أن الفطر يغزو — كذلك — أنسجة الساق المجاورة للنسيج الوعائى فى حالة الذبول الفيوزارى؛ مما يؤدى إلى ظهور تحلل فى القشرة فى الجزء السفلى من ساق النبات؛ يكون مصاحبًا بظهور أجزاء صغيرة متحللة فى القشرة، بينما لا يحدث ذلك فى حالة الإصابة بذبول فيرتسيلليم، كما يكون تلون النسيج الوعائى فى الدرنات المصابة بالذبول الفيوزارى أكثر دكنةً؛ مما فى حالات الإصابة بذبول فيرتسيلليم.

يعيش الفطر فى التربة وفى بقايات النباتات المصابة، وينتشر بواسطة الدرنات المصابة، تزداد الإصابة فى العروات الحارة الجافة، وعند زيادة الرطوبة الأرضية.

وتلزم لمكافحة المرض اتباع دورة زراعية، واستعمال تقاوٍ سليمة فى الزراعة، وتجنب الرى الغزير.

ذبول فيرتسيليم

يسبب مرض ذبول فيرتسيليم الفطرين *Verticillium dahliae*، و *V. albo-atrum*.

الأعراض

يصيب الفطر السيقان، والجذور، والمدادات، والدرنات. يبدأ ظهور الأعراض — عادة — فى مرحلة الإزهار، وأول أعراض الإصابة هى التفاف الأوراق السفلى للنبات وتدليها، وشحوب لونها، ثم ذبولها وموتها، مع تقدم هذه الأعراض تدريجيًّا نحو الأوراق العليا، إلى أن يموت النبات مبكرًا. وقد يظهر الإصفرار على الأوراق، دون أن تظهر أعراض الذبول، كما قد تظهر أعراض الإصابة على ساق واحدة — أو أكثر — من سيقان النبات، بينما تظل بقية السيقان خالية من الأعراض. وفى حالات الجو البارد الرطب لا يكون موت النباتتات المصابة بالذبول سريعًا، ولكنه يكون تدريجيًّا ومن أسفل

إلى أعلى. وعند عمل قطاع عرضى فى سيقان النباتات المصابة يلاحظ تلون الحزم الوعائية بلون بنى أو أحمر، وقد يمتد هذا التلون إلى السيقان الأرضية والدرنات، ولكن تلون الحزم الوعائية فى الدرنات لا يعد من العلامات المميزة للإصابة، كما تتلون العيون وأجزاء أخرى من سطح الدرنات المصابة باللون الوردى، ولا يمتد هذا التلون كثيرًا داخل الدرنة. وتؤدى الإصابات الثانوية بالكائنات الأخرى المسببة للعفن إلى تعفن الدرنات.

وأهم ما يميز الإصابة بذبول فيرتسيليم عن الذبول الفيوزارى وغيره من الأمراض الفطرية والبكتيرية أن الساق، أو الورقة، أو الوريقة التى تظهر عليها الأعراض فى النبات المصاب بذبول فيرتسيلليم تكون فيها الأعراض — سواء أكانت اصفرارًا، أم ذبولاً — فى جانب واحد من العضو النباتى (assymetrical). كذلك يكون تلون الحزم الوعائية المصابة بذبول فيرتسيلليم أقل مما فى حالة الذبول الفيوزارى، كما لا تتحلل الحزم الوعائية والأنسجة المجاورة لها فى حالة ذبول فيرتسيلليم كما فى حالات الإصابة بالعفن الحلقى، والعفن البنى، والذبول الفيوزارى.

ونظرًا لأن مجمل أعراض الإصابة بذبول فيرتسيليم تشبه أعراض الشيخوخة الطبيعية؛ لذا يطلق على المرض أحيانًا "الموت المبكر" Early Dying. تشاهد بداية الإصابة دائمًا فى النصف الثانى من حياة النبات، وتعمل الظروف البيئية القاسية — وخاصة ظروف الجفاف والملوحة العالية — على سرعة تطور أعراض المرض.

الظروف المناسبة لانتشار الإصابة

تحدث الإصابة عن طريق زراعة درنات مصابة أو ملوثة بالفطر، أو عند الزراعة فى تربة ملوثة بالفطر. ويعتمد الفطر فى انتشاره على انتقاله مع التربة الملوثة التى تعلق بالتقاوى وبالآلات الزراعية، كما يمكن أن تنتقل التربة الملوثة مع مياه الرى، أو عندما تثيرها الرياح.

ويمكن للفطر أن يعيش فى التربة لمدة عشر سنوات فى غياب العائل المناسب؛ وذلك على صورة جسيمات حجرية microsclerotia، هذا إلا أن للفطر عوائل كثيرة جدًا تتضمن عديدًا من المحاصيل الزراعية والحشائش. تعطى هذه الجسيمات الحجرية عند نشاطها نموات هيفية تخترق الجذور مباشرة.

تتراوح الحرارة المناسبة للإصابة بالمرض بين ١٧ ْم و ٢٢ ْم. وعمومًا.. فإن *V. albo-atrum* يناسبه الجو المائل إلى البرودة، بينما يناسب *V. dahliae* الجو الدافئ نسبيًّا.

تقل شدة الإصابة بالمرض — عادة — عندما يكون الرى بطريقة الغمر؛ مقارنةً بما يكون عليه الحال عند الرى بالرش، كما تزداد شدة الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية فى مراحل النمو المبكرة. كما قد تؤدى زيادة الشد الرطوبى فى التربة إلى زيادة حالات الموت المبكر؛ لما يسببه نقص الرطوبة الأرضية من نقص فى النمو الجذرى، وزيادة فى معدل إنبات الجسيمات الحجرية (Goudreault وآخرون ١٩٩٥).

كذلك تنخفض حدة الإصابة بالمرض عند توفر العناصر الضرورية للنبات، وخاصة النيتروجين، ويكون الانخفاض أكبر عند توفر الفوسفور كذلك. وأفضل المستويات لذلك هى ٣٠٠ كجم نيتروجينًا، و ٢٤٠ كجم فوسفورًا P_2O_5 للهكتار (١٢٦ كجم وحدة نيتروجينًا، و١٠٠ كجم وحدة فوسفور للفدان). ويعتقد أن انخفاض الإصابة يكون مرده إلى زيادة مقاومة النباتات للفطر المسبب للمرض تحت هذه الظروف (Davis وآخرون ١٩٩٤أ).

وتزداد شدة الإصابة بالمرض فى ظروف الملوحة العالية، كما تزداد حساسية النباتات للملوحة عند الإصابة بالمرض (Nachmias وآخرون ١٩٩٣).

كما تزداد الإصابة بالمرض فى حالة تلوث التربة بالنيماتودا، وخاصة نيماتودا التقرح التى تنتمى إلى النوع *Pratylenchus penetrans* (Wheeler وآخرون ١٩٩٤)، والنيماتودا الذهبية *Globodera rostochiensis*.

ويستدل من عديد من الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن أن الإصابة المشتركة بكلٍ من الفطر *V. dahliae* ونيماتودا التقرح *P. penetrans* تؤدى إلى زيادة شدة أعراض الذبول، وزيادة النقص فى المحصول، حتى عند تواجد الفطر بكثافة منخفضة لا تكون مؤثرة بدرجة واضحة فى غياب النيماتودا. وربما يرجع تأثير النيماتودا إلى أن ما تحدثه من أضرار بالجذور، قد تؤدى إلى تحفيز إنبات الأجسام الحجرية الصغيرة الساكنة microsclerotia بما تسببه النيماتودا من زيادة فى إفراز الجذور، أو قد تشكل منفذًا سهلاً للفطر إلى الأسطوانية الوعائية بالجذور. وعلى الرغم من أن نوع نيماتودا التقرح *P. crenatus* قد يتواجد هو الآخر بكثرة، ويحدث نفس الأضرار التى تحدثها النيماتودا *P. penetrans* بالجذور، إلا أن النوع الأخير فقط هو الذى يتفاعل مع *V. dahliae*؛ الأمر الذى يعنى أن العلاقة بين الفطر والنيماتودا أكثر تعقيدًا من مجرد التجريح الذى تحدثه النيماتودا بالجذور، وخاصة أن موقع إصابة الجذور بالفطر لم يكن مرتبطًا بموقع إصابتها بالنيماتودا (Bowers وآخرون ١٩٩٦).

ولا يقتصر دور نيماتودا التقرح *P. penetrans* فى زيادة شدة الإصابة بالموت المبكر والتبكير فى ظهورها فى أصناف البطاطس القابلة للإصابة بفطر *V. dahliae* فقط، بل يحدث تفاعل مماثل بين النيماتودا والفطر فى الأصناف المقاومة للفطر كذلك، ولكن أعراض الموت تكون أقل شدة وأبطأ ظهورًا فيها (Wheeler وآخرون ١٩٩٤).

وقد أدت الإصابة المشتركة بكلٍ من الفطر *V. dahliae*، ونيماتودا التقرح *P. penetrans* إلى خفض توصيل الثغور، ومعدل البناء الضوئى فى النموات الخضرية بنسبة وصلت إلى ٤٤٪ قبل بداية ظهور أية أعراض مرضية (Saeed وآخرون ١٩٩٧ أ، ١٩٩٧ب).

المكافحة

١- عدم زراعة تقاوٍ مصابة بالفطر أو ملوثة سطحيًا به، حتى لو كانت الزراعة فى تربة ملوثة بالفطر.

٢- تطهير التقاوى سطحيًّا من الفطر الذى يتواجد مع التربة التى تعلق بدرنات التقاوى. ويستعمل لأجل ذلك الكابتان والمتيرام metiram بمعدل كيلوجرام واحد من المبيد لكل ٥٠٠ لتر من الماء. تنقع الدرنات فى المحلول لفترة قصيرة، مع تغيير المحلول المطهر كلما كثرت فيه الأتربة. ولا تفيد هذه المعاملة فى التخلص من الإصابات الداخلية بالدرنات.

٣- اتباع دورة زراعية تدخل فيها النجيليات والبقوليات، وتستبعد منها الباذنجانيات الشديدة القابلية للإصابة بالفطر المسبب للمرض — مثل الطماطم، والباذنجان — مع مكافحة الحشائش جيدًا؛ لأن عددًا كبيرًا منها يُصاب بالفطر.

٤- أمكن مكافحة المرض بشكل جيد بقلب سماد أخضر من نباتات حشيشة السودان *Sorghum vulgare* var. *sudanese* (صنف مونارك Monarch) أو الذرة (صنف جوبولى Jubilee) قبل زراعة البطاطس (Davis وآخرون ١٩٩٦).

٥- مكافحة النيماتودا التى تزيد من شدة الإصابة بالمرض.

٦- تجنب زراعة الأصناف شديدة القابلية للإصابة، مثل كينيبك Kennebec، وواربا Warba، وزراعة الأصناف المقاومة؛ وهى كثيرة ؛ ومنها: بونتياك Pontiac، وسيكويا Sequoia (عن Rich ١٩٨٣).

كذلك يتوفر عديد من الأصناف التجارية التى تتحمل الإصابة بذبول فيرتسيليم، ولا يتأثر محصولها كثيرًا بالإصابة بالفطر، إلا أن تكرار زراعتها فى نفس الأرض يؤدى إلى ازدياد كثافة التواجد الفطرى فى التربة؛ الأمر الذى تصبح معه صفة تحمل الإصابة عديمة القيمة (Plasencia & Banttari ١٩٩٧). وعلى العكس من ذلك.. فإن تكرار زراعة الأصناف والسلالات المقاومة فى نفس الأرض لمدة خمس سنوات لم يؤثر على مستوى مقاومتها، ولم يؤد إلى ظهور سلالات قادرة على كسر المقاومة، بل إن تكرار الزراعة خفض كثيرًا من كثافة التواجد الفطرى فى التربة، وقلل من إصابة الأصناف

القابلة للإصابة عندما زرعت بعد زراعة الأصناف المقاومة فى نفس الأرض (Davis وآخرون ١٩٩٤ب).

ولقد أحدثت المعاملة بالطراز البيولوجى F (العزلة DF37) من البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* خفضًا جوهريًّا فى إصابة البطاطس بذبول فيرتسيليم (نسبة حدوث المرض، وشدته، وتلون الحزم الوعائية) الذى يسببه الفطر *Verticillium dahliae* فى كل من صنفى البطاطس Russet Burbank المتوسط القابلية للإصابة، و Kennebec شديد القابلية للإصابة. وبالمقارنة.. فقد قللت المعاملة بالعزلة MI من البكتيريا *Bacillus pumulis* من الإصابة فى الصنف Kennebec فقط (Uppal وآخرون ٢٠٠٨).

وأدت المعاملة بمستخلص نبات Canada milkvetch إلى خفض الإصابة بذبول فيرتسيليم بنسبة ٥٥٪–٨٤٪، مقارنة بالذبول فى نباتات الكنترول، سواء أجريت المعاملة بإضافة المستخلص النباتى إلى التربة، أم عوملت به درنات التقاوى (Uppal وآخرون ٢٠٠٨).

القشف الأسود، أو تقرح الساق، أو الرايزكتونيا

يمكن أن يؤثر الفطر *Rhizctonia solani* على نمو ومحصول البطاطس وجودة الدرنات المنتجة من خلال التقرحات التى يُحدثها الفطر بالسيقان الهوائية والسيقان الأرضية stolons، ومن خلال إصابة الدرنات المنتجة بالقشف الأسود black scurf. ويمكن أن يتواجد الفطر الذى تبدأ منه الإصابة فى كل من درنات التقاوى والتربة، لكن المصدر الرئيسى يكون من استخدام درنات تقاوى مصابة فى الزراعة. هذا.. إلا أن كلا المصدرين — التقاوى والتربة — يلعبان دورًا فى إصابة الدرنات الجديدة المنتجة بالقشف الأسود (Atkinson وآخرون ٢٠١٠).

الأعراض

عند زراعة درنات مصابة بالفطر فإن القمة النامية بالنموات الجديدة تصاب سريعًا بالفطر، وتصبح سوداء اللون قبل أن تظهر فوق سطح التربة. ويؤدى تكرار هذه الحالة

إلى تأخر الإنبات وزيادة نسبة الجور الغائبة، أو نمو عدد قليل من السيقان للنبات. ومع نمو السيقان فإنها تصبح أكثر مقاومة للفطر، وإذا أصيبت — حينئذ — فإن البقع تكون صغيرة وقاتمة اللون على صورة تقرحات لا تؤدى إلى موت النبات، وإنما إلى تقزمه.

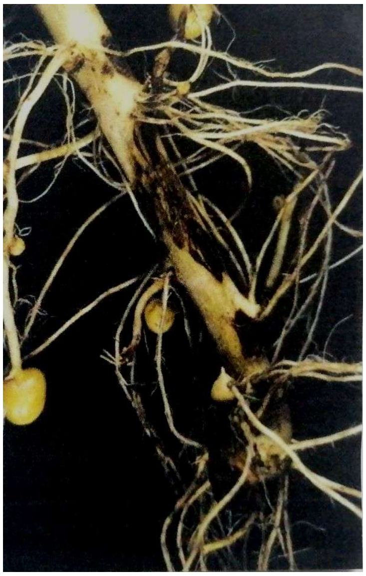
تظهر الأعراض فى البداية على أجزاء الساق تحت الأرضية كتقرحات بنية يمكن أن تؤدى إلى تحليق الساق الحديثة الإنبات. ويمكن أن تؤدى التقرحات الشديدة إلى تكوين درنات هوائية (شكل ١–٨) والتفاف الأوراق وذبولها. كذلك تظهر على السيقان المتقرحة حلقة دقيقة بيضاء اللون إلى رمادية باهتة تتكون من هيفات الفطر وجراثيمه. تحيط هذه الحلقات بالساق فوق سطح التربة مباشرة، وخاصة فى الجو الرطب (شكل ١–٩). أما النباتات الكبيرة السن، فإن تقرحات الساق تكون مصاحبة فيها بالتفاف فى الأوراق، وارتخائها، واكتسابها أحيانًا لونًا قرمزيًا.

ويمكن التمييز بين تقرح الساق والجذع الأسود (الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*) كما يلى:

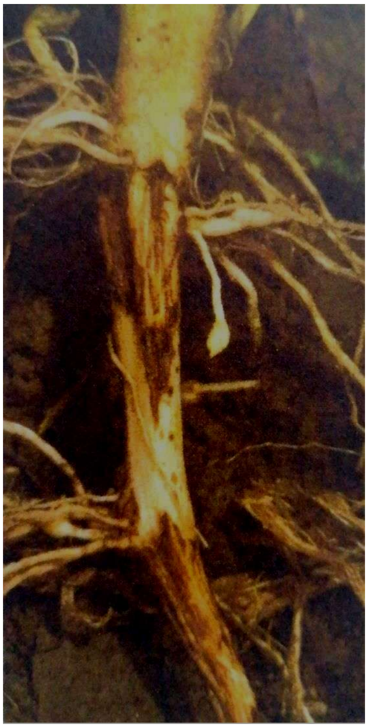
تقرح الساق	الجذع الأسود
١– التقرحات بنية ولها حافة محددة	البقع بنية قاتمة وليست محددة الحافة
٢– قد تتكون حلقة دقيقة بيضاء على الساق فوق سطح التربة	لا تتكون حلقات بيضاء حول الساق
٣– قد تتكون درنات هوائية	لا تتكون درنات هوائية
٤– لا تتكون خطوط بنية قاتمة اللون	قد تظهر خطوط بنية قاتمة اللون أعلى الساق
٥– يكون نسيج الخشب عادى اللون	يكون نسيج الخشب بنى اللون
٦– لا تتعفن قطعة التقاوى	تتعفن قطعة التقاوى

هذا.. وتنتشر الإصابة من جذع الساق إلى السيقان الأرضية، والجذور، والدرنات، وتنتقل الإصابة بين الأجزاء تحت الأرضية للنبات بنمو الفطر إليها.

تؤدى إصابة الدرنات إلى تشويه منظرها والحط من جودتها، على الرغم من أن إصابة الدرنات ذاتها أثناء نموها لا يؤثر على حجمها النهائى أو صلاحيتها للاستهلاك. تظهر أعراض الإصابة على الدرنات فى صورة كتل سطحية صلبة على



شكل (١–٨): أعراض الإصابة بتقرح الساق الرايزكتونى على ساق النبات تحت سطح التربة.



شكل (١–٩): أعراض التقرحات التى تحيط بساق النبات تحت سطح التربة

شكل وسادة من هيفات الفطر تشكل طوره الساكن، تكون بنية اللون داكنة أو سوداء، تلتصق بقوة بقشرة الدرنة، وتبدو مثل الطين، ولا تزول بالغسل بالماء، ولكن يمكن إزالتها بالأظافر بسهولة؛ وهى عبارة عن الأجسام الحجرية للفطر. وقد يصل قطر هذه الكتل الملتصقة إلى اكثر من سنتيمتر. وقد تظهر أحيانًا تشققات فى الدرنات، وتبدو الأعراض كالقشف (شكل ١-١٠)، وتتشابه الأعراض فى هذه الحالة مع أعراض الإصابة بالجرب العادى. وتبدأ الأجسام الحجرية للفطر فى التكوين على سطح الدرنات عند بداية نضجها، وخاصة إذا تركت فى الحقل بعد قتل النموات الخضرية بهدف استكمال تكوين جلد الدرنة.



شكل (١-١٠): أعراض الإصابة بالقشف الأسود على الدرنات.

الظروف المناسبة لانتشار الإصابة

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة على صورة أجسام حجرية أو ميسيليوم على التقاوى، وفى التربة، وبقايات النباتات، إلا أن الفطر لا تعوزه العوائل المناسبة فى غياب البطاطس؛ حيث يصيب عددًا كبيرًا من المحاصيل المزروعة والحشائش.

تحدث الإصابة عند انخفاض درجة الحرارة لفترة طويلة؛ حيث لا ينشط الفطر فى حرارة تزيد على ٢٦ْم، بينما تبلغ الدرجة المثلى للإصابة ٢٠ْم، ويناسب انتشار المرض التربة الخفيفة الجافة.

وترتبط شدة الإصابة بالقشف الأسود إيجابيًّا بكثافة تواجد الفطر فى التربة وبالمحتوى الرطوبى للتربة فى الحقل؛ حيث تعمل الرطوبة العالية على تضخيم العديسات؛ الأمر الذى يزيد شدة الإصابة (Lakra ١٩٩٥).

المكافحة

يلزم لمكافحة القشرة السوداء مراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية رباعية تدخل فيها النجيليات التى لا تصاب بالفطر، علمًا بأن تكرار زراعة البطاطس فى الحقل الواحد عامًا بعد آخر يقود حتمًا إلى زيادة معدل الإصابة بالمرض.

٢- استخدام تقاو سليمة خالية من الإصابة بالفطر فى الزراعة.

٣- يفيد تقصير الفترة بين الزراعة والإنبات فى تقليل إصابة سيقان النباتات بالفطر، ويجرى ذلك باستعمال تقاوٍ ذات قدرة على إعطاء نموات سريعة وقوية، وتنبيت التقاوى قبل زراعتها فى ظروف تسمح بإنتاج نموات قصيرة، وسمكية، وخضراء.

٤- تفيد الزراعة السطحية للتقاوى فى تقليل فرصة حدوث إصابات مبكرة بالفطر خلال مرحلة النمو التى تزداد فيها حساسية النباتات للإصابة، على أن يتم الترديم على قواعد السقان بعد استكمال الإنبات.

٥- عندما تكون الزراعة فى حقل يعرف عنه شدة تلوثه بالفطر المسبب للمرض، أو عندما تكون الزراعة لأجل التصدير إلى أسواق خاصة تحتاج إلى نوعية متميزة من الدرنات، يفضل معاملة التقاوى فى أى وقت بين إنتاجها وقبل تنبيتها لأجل زراعتها بأى من المبيدات التالية (عن Parry ١٩٩٠).

المادة الفعالة	أمثلة المبيدات
Iodophor + thiabendazole	باياتران Byatran، وتيوبازول Tubazole
Pencycuron	مونسيرين دى إس Monceren DS
Quintozene	تيوبرجران Tubegran
Tolcofos-methyl	رايزولكس Rizolex

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (١٩١٨) بمكافحة القشرة السوداء باستعمال المبيدات التالية: اليفين — أميستو — بيوكنترول تى — كروزر ماكس بوتيتو — مومنتو — مونسرين جى.

وقد أمكن مكافحة الفطر الذى يتواجد على سطح درنات التقاوى بغمر الدرنات لمدة ٢٠ دقيقة فى محلول من الفومالدهيد، أو بتعفيرها بالتولكوفوس/مثيل tolchofos-methyl، أو برشها بالفنبكلونيل fenpiclonil أو البنسيسيرون pencycuron، بينما لم تكن معاملة نقع الدرنات فى هيوكلوريت الصوديوم مؤثرة.

كذلك أفاد نقع أو رش الدرنات بمعلق من جراثيم الفطر *Verticillium biguttatum* فى مكافحة الفطر المتواجد على سطح درنات التقاوى (Wicks وآخرون ١٩٩٥).

٦– أمكن تحت ظروف الحقل خفض شدة إصابة البطاطس بالفطر *R. solani* بمعاملة التربة بالكائنات الدقيقة المضادة للفطر، كما يلى (Schmiedeknecht ١٩٩٣):

الكائن المستعمل فى المكافحة الحيوية	متوسط الانخفاض فى شدة الإصابة (٪)
البكتيريا *Bacillus subtilis*	٢١,١
البكتيريا *Streptomyces* spp.	٤٩,٤
الفطر *Gliocladium roseum*	٤١,٤
الفطر *Trichoderma* spp.	٧٤,٥

٧– أمكن كذلك مكافحة الفطر أثناء النمو النباتى بالمعاملة بالبنسيسيرون pencycuron (مونسرين ٢٥٠ Monceren 250 FS)، وكذلك بالمعاملة بالفطر تريكودرما هرزيانم *Trichoderma harzianum* مع جرعة منخفضة من البنسيسيرون، إلا أن المعاملة بأى من الثيابندازول Thiabendazole (تكتو ٤٥٠ Tecto 450 FW) أو *V. biguttatum* أثرت سلبيًّا على محصول الدرنات (Hausvater & Trakova ١٩٩٣). كما يذكر Jager & Velvis (١٩٩٥) أن *V. biguttatum* — وهو فطر مضاد للفطر *R. solani* — لم يكن مؤثرًا فى مكافحة القشرة السوداء تحت ظروف الحقل.

هذا إلا أن أبحاث Boogert وآخرون (١٩٩٤) أوضحت أن *V. biguttatum* يقلل كثيرًا من قدرة *R. solani* على تكوين الأجسام الحجرية، ولكن خلايا *R. solani* لا تموت إلا بعد تجرثم *V. biguttatum*.

ويرى Wicks وآخرون (١٩٩٦) ضرورة الجمع بين معاملة التقاوى وتطهير التربة لمكافحة المرض بصورة جيدة. وقد تمكن الباحثون من مكافحة المرض جيدًا بتبخير التربة بالميتام صوديوم metam sodium بمعدل ٥٠٠ لتر/هكتار (٢١٠ لتر/فدان)، مع إعطاء التقاوى أيًّا من المعاملات التالية:

١- الغمر لمدة ٢٠ دقيقة فى محلول فورمالدهيد بتركيز ٢٪.

٢- الرش بالبنسيسيرون pencycuron بمعدل ٠,١٥ مل ($سم^3$) مادة فعالة/١٠كجم درنات.

٣- الرش بالإبروديون iprodione بمعدل ٢ مل ($سم^3$) مادة فعالة/١٠ كجم درنات.

٤- الرش بمعلق جراثيم بالفطر *V. biguttatum* بتركيز $١٠^٦$ جرثومة/مل ($سم^3$).

٥- التعفير بتلكلوفوس/مثيل tolclofos-methyl بمعدل ٤ جم مادة فعالة/ ١٠ كجم درنات.

هذا.. بينما لم تكن معاملة التقاوى بأى من الفطرين *Trichoderma harzianum*، أو *T. koningii* مؤثرة فى مكافحة المرض، سواء أكانت زراعتها فى تربة معقمة، أم غير معقمة.

ولقد أدت المعاملة بكائنات المكافحة الحيوية: العزلة GB03 من *Bacillus subtilis*، والعزلة: Rhs 1A1 (الـ hypovirulent) من *Rhizoctonia solani*، وإضافات الكمبوست (من مصادر عضوية مختلفة) إلى تحسين مكافحة أمراض البطاطس التى تصيبها عن طريق التربة، وإلى تحسين إنتاجها (Larkin & Tavantzis ٢٠١٣).

وقد أدت إضافة مستخلص الكمبوست المهوّى aerobic compost tea، والمعاملة بالمستخلص مع كائنات دقيقة مفيدة لحقول البطاطس إلى تقليل الإصابة بكل من: تقرح الساق، والقشف الأسود، والجرب العادى على الدرنات المنتجة بنحو ١٨٪–٣٣٪، وزيادة المحصول بنحو ٢٠٪–٢٣٪ عندما كانت زراعة البطاطس بعد دورة الشعير والزُوان ryegrass. هذا.. بينما لم تكن أى من المعاملات فعَّالة عندما استمرت زراعة البطاطس بدون دورة، كما أن بعض الدورات كانت أكثر فاعلية عن غيرها، إضافة إلى أن المخلفات العضوية لبعض الدورات كانت أكثر كفاءة فى التأثير الإيجابى على عشائر الكائنات الدقيقة فى التربة عن المعاملة بمستخلص الكمبوست والكائنات الدقيقة المفيدة (Larkin ٢٠٠٨).

وأظهر الفحص المجهرى تثبيط كمبوست النخيل للإصابة بالفطر *R. solani* بآليات مختلفة، منها: تحلل الميسيليوم mycelia lyses، والتطفل الفطرى mycoparasitism، وتكوين جدائل من هيفات الفطر بالـ anatomosis.. ولقد فقد مستخلص الكمبوست فاعليته فى المكافحة بعد تسخينه أو ترشيحه، بما يعنى أن المركبات الكيميائية لم يكن لها دور مباشر فى تثبيط الفطر المرض، وأن التثبيط كان مرده إلى مكون أحيائى. وتبين من سلسلة من تجارب فى الصوبة أن الإصابة بكل من القشف الأسود black scurf وتقرح الساق الأسود black stem canker تنخفض جوهريًّا فى مزارع الرمل والبيت المزودة بالكمبوست، مقارنة بما يحدث فى بيئة الكنترول، وكان التأثير المثبط لكمبوست الماشية مع كمبوست نخيل البلح أقوى من تأثير كمبوست الأغنام مع كمبوست نخيل البلح. هذا.. ولم يتأثر النمو النباتى بإضافات الفطريات المنافسة أو بكمبوست نخيل التمر (El-Khaldi وآخرون ٢٠١٦).

تكسر الساق أو مرض اسكليروتنيا

يسبب مرض تكسر الساق الفطر *Sclerotinia sclerotiorum*.

يعرف المرض بأسماء أخرى عديدة؛ منها: العفن القطنى Cottony rot وتكسر الساق Stalk break، وعفن الساق Stalk rot، والعفن الأبيض White mold، وعفن اسكليروتينيا الأبيض Sclerotinia white mold، ومرض اسكليروتنيا Sclerotinia disease.

الأعراض

يصيب الفطر ساق النبات عند سطح التربة محدثًا فيها بقعًا مائيةً تمتد إلى أعلى مع موت بشرة النبات وتغير لونها، ثم ظهور نمو أبيض من هيفات الفطر على الجزء المصاب من ساق النبات. ويلى ذلك ذبول النبات، وانهياره، ثم موته. وتظهر فى الأجزاء المصابة من النبات الأجسام الحجرية (اسكليروشيا) الفطر، وهى أجسام سوداء اللون قد تبلغ ١٠ مم طولاً. ولا تصاب درنات النبات بالفطر عادةً.

تواجد الفطر ومكافحته

يعيش الفطر فى التربة من موسم لآخرفى صورة أجسام حجرية، تنبت فى الجو الرطب المعتدل البرودة.

وللفطر مدى واسع جدًّا من العوائل يتضمن معظم محاصيل الخضر.

ويكافح المرض بالتخلص من البقايا النباتية المصابة بالفطر، واتباع دورة زراعية تتضمن النجيليات التى لا تصاب بالفطر، والرى المعتدل.

عفن اسكلوروشيوم أو اللفحة الجنوبية

يسبب مرض عفن اسكلوروشيوم Sclerotium Rot الفطر *Sclerotium rolfsii*.

الأعراض

تحدث الإصابة فى جزء الساق الذى يقع تحت سطح التربة مباشرة. ويكون النمو الخضرى للنباتات المصابة قاتماً بصورة غير عادية فى البداية، ثم يعقب ذلك ذبول الأوراق واصفرارها. وتظهر بقع مائية المظهر على ساق النبات فى موقع الإصابة تزداد تدريجيًّا فى المساحة إلى أن تحلق الساق، ثم تظهر هيفات الفطر البيضاء اللون على ساق النبات وسطح التربة المجاور له. وكذلك تظهر الأجسام الحجرية للفطر بكثرة وسط النمو الفطرى، وهى أجسام كروية صغيرة يبلغ قطرها حوالى ملليمتر واحد وذات لون رصاصىٍّ

قاتمٍ. تموت النباتات بسرعة من جرّاء إصابة السيقان. وقد تصاب الجذور كذلك، وتبدو الإصابة فيها على صورة بقع طرية بيضاء اللون.

تصاب الدرنات كذلك، وتظهر على الدرنات المصابة بقع صغيرة قليلاً ذات حوافٍ بنية اللون، ويكثر ظهورها فى منطقة العديسات. ومع تقدم الإصابة تتعمق البقع فى الدرنات، ويصبح لونها مصفرًّا، وتصبح الأنسجة المصابة رخوة ومجعدة، ثم تتمزق قشرة البقعة، وتسقط تاركة فجوة غائرة. وإذا تركت الدرنات المصابة فى مكانٍ دافئ رطب يظهر عليها نمو فطرى غزير أبيض اللون، وتتعفن.

تواجد الفطر ومكافحته

يمكن للأجسام الحجرية للفطر أن تحتفظ بحيويتها لمدة تصل إلى خمس سنوات فى التربة الجافة، ولكنها تفقد حيويتها خلال أسابيع قليلة فى التربة الرطبة.

ويصيب الفطر أكثر من ٢٠٠ نوع نباتى تتضمن جميع الخضراوات تقريبًا.

ويكافح الفطر بزراعة تقاو خالية من الإصابة، والتأكد من جفاف الدرنات سطحيًّا قبل تعبئتها وشحنها.

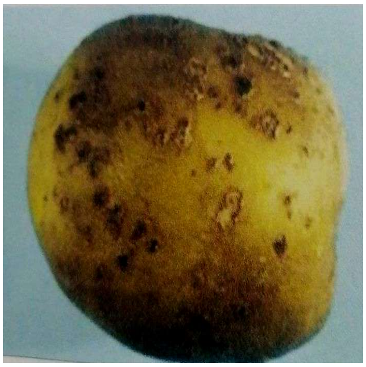
الجرب المسحوقى

يسبب مرض الجرب المسحوقى Powdery Scab الفطر (البروتوزوا) *Spongspora subterranea* ssp. *subterranea*. ينقل هذا الفطر إلى نباتات البطاطس فيرس موب توب (قمة المسحة) Mop Top Virus (Arif وآخرون ١٩٩٥).

الأعراض

تقتصر الإصابة على أجزاء النبات التى توجد تحت سطح التربة. ويختلف الجرب المسحوقى فى طبيعته عن الجرب العادى؛ حيث تظهر أعراض الإصابة فى الجرب المسحوقى على الدرنات على شكل بثور أو تقرحات بنية فاتحة اللون تحت جلد الدرنة تكون مرتفعة قليلاً، ثم تنتفخ ليظهر الفطر وجراثيمه بوضوح. وتكون المناطق المصابة

دائرية يبلغ قطرها نحو ٥ مم، ويحيط بها جلد الدرنة المتقطع، وتظهر فيه كتل مسحوقية بنية اللون، هى جراثيم الفطر (شكل ١-١١)؛ الأمر الذى لا يشاهد عند الإصابة بالجرب العادى.



شكل (١-١١): أعراض الإصابة بالجرب المسحوقى على درنة البطاطس.

وفى الأراضى الرطبة قد تأخذ أعراض الإصابة مظهرًا مختلفًا؛ حيث تتشوه الدرنات، وتبرز منها نموات أشبه بالثآليل والأورام، كما قد تظهر هذه النموات على الجذور كذلك؛ الأمر الذى لا يحدث عند الإصابة بمرض التثألل.

تواجد الفطر ومكافحته

يعيش الفطر المسبب للمرض فى التربة على صورة "كرات جرثومية" لمدة ست سنوات. وتشتد الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية مع انخفاض الحرارة عن ١٥ °م؛ حيث تحدث دورات جديدة من الإصابة بما ينتجه الفطر من جراثيم سابحة فى هذه الظروف. ونادرًا ما يظهر المرض فى المناطق التى يكون فصل الصيف فيها حارًا وجافًا.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية طويلة.

٢- استخدام تقاو سليمة فى الزراعة.

٣- زراعة الأصناف المقاومة للمرض؛ مثل كنج ادوارد.

٤- معاملة التقاوى بمسحوق المانيب مع أكسيد الزنك (مازن Mazin) قبل زراعتها.

ولقد أمكن مكافحة الفطر المرض بأى من المعاملات الكيميائية بالـ: ميتام صوديوم، أو fluazinam، أو ZincMax، أو سيناميد الكالسيوم، أو بأى من المعاملات البيولوجية: Biocult، أو مخلوط من *Bacillus subtilis*، و *Trichoderma asperellum*؛ فقد أحدثت جميع هذه المعاملات نقصًا جوهريًّا فى عدد أكياس الجراثيم السابحة Zoosporangia وفى شدة الإصابة بالجذور عما حدث فى جذور نباتات الكنترول غير المعاملة (Simango & van der Waals ٢٠١٧).

وأعطت السلالة Im6-50 من الفطر *Asperigullus versicolor* — التى أنتُخِبت من بين ٥٠٨ عزلات فطرية من جذور البطاطس — أعلى مستوى من المكافحة للبروتوزوا *Spongospora subterranea* ssp. *subterranea* مسبب مرض الجرب المسحوقى (Nakayama ٢٠١٧).

العفن الجاف الفيوزارى

يعرف العفن الجاف الفيوزارى Fusarium Dry Rot — كذلك — بالأسماء: تحلل قطعة التقاوى Seed-Piece Decay، وتحلل قطعة التقاوى الفيوزارى، ويسببه الفطريات *Fusarium solani* var. *coruleum*، و *F. sambucium* (أو *Gibberella pulicaris*)، وأنواع أخرى من الجنس *Fuasarium*.

الأعراض

تتعفن قطعة التقاوى المصابة بالفطر قبل إنباتها؛ ولذا.. فإن كثرة الإصابة فى التقاوى تؤدى إلى غياب نسبة عالية من "جور" الزراعة.

وتظهر أعراض الإصابة على الدرنات المخزنة بعد حوالى شهر من بداية التخزين على شكل مناطق غائرة بنية داكنة اللون، أو رمادية، أو سوداء تكون — عادة — فى مكان خدش أو جرح. وينتشر العفن ببطء فى كل أجزاء الدرنة، ويؤدى إلى جعل الأنسجة المصابة مجعدة وغائرة، ويكون التجعد غالبًا على شكل حلقات متتابعة. كما

تظهر هيفات وجراثيم الفطر بلون أبيض وردى أو برتقالى من خلال جلد الدرنة المتعفن. وقد تصاب هذه الدرنات بالكائنات الأخرى التى تحدث فيها عفنًا طريًا.

الظروف المناسبة لانتشار الإصابة

يمكن للفطر أن يعيش فى التربة لمدة تسع سنوات على الأقل فى غياب العائل، ويكون تواجده على صورة جراثيم كلاميدية.

تعمل الجروح، والخدوش، والقطوع على زيادة فرصة الإصابة بالفطر؛ سواء أحدثت الإصابة فى التربة، أم فى المخازن.

وتزداد فرصة الإصابة بالمرض إذا تركت درنات التقاوى المقطعة لفترة طويلة قبل زراعتها، أو إذا زرعت فى تربة باردة وجافة.

كما تزداد فرصة إصابة الدرنات المخزنة إذا حفظت بعد حصادها مباشرة فى حرارة ٢–٥ °م؛ ويرجع ذلك إلى عدم التئام الجروح سريعًا فى هذه الظروف. ومتى أصيبت الدرنات فإن المرض ينتشر سريعًا فى حرارة التخزين الأعلى من ذلك (١٠–١٥ °م). وعمومًا.. فإن المرض تناسبه الرطوبة النسبية العالية وحرارة بين ١٥ °م و ٢٠ °م، وتزداد قابلية الدرنات للإصابة بزيادة عمرها الفسيولوجى.

المكافحة

تلزم لمكافحة المرض مراعاة ما يلى:

١– زراعة الأصناف المقاومة؛ مثل كينبك Kennebec، وجرين ماونتن Green Mountain، وتيتون Teton.

٢– معالجة التقاوى جيدًا بعد تقطيعها وزراعتها فى تربة رطبة.

٣– تداول الدرنات بحرص أثناء حصادها وتداولها لتجنب تجريحها.

٤– إجراء الحصاد بعد اكتمال تكوين الدرنات، وتجنب إجرائه فى الصباح الباكر عند شدة انخفاض درجة الحرارة.

٥- معالجة الدرنات جيدًا على حرارة ١٠ °م لعدة أيام بعد حصادها، ثم تخزينها بعد ذلك على ٥ °م (Rich ١٩٨٣) مع تهوية المخازن جيدًا.

٦- تفيد معاملة الدرنات المخصصة للتقاوى — بمجرد تقليعها — بأحد المبيدات المناسبة، والتى من أمثلتها ما يلى:

المادة الفعالة	المبيد
carbendazim + tecnazene	مسحوق التعفير هورتاج تكناكارب Hortag Tecnacarb
iodophor + tecnazene	بايجران إف Bygran F
iodopophor + thiabendazole	بايتران Byatran، وتيوبازول Tubazole
imazalil	فنجافلور سى Fungaflor C
tencazene	فيوزاركس Fusarex، وهايتك Hytec
tencazene + thiabendazole	هايتك سوبر Hytec Super ستورايت إس إس Storite SS
thiobendazole	ستورايت Storite، وتكتو Tecto

ويوصى محليًا باستعمال المبيد تكتو ٥٪ مسحوقًا لتعفير الدرنات بمعدل ١,٥ كجم لكل طن من الدرنات، وذلك لمكافحة مختلف أعفان الدرنات الفطرية فى النوالات.

ولقد أمكن مكافحة الفطر *F. sambucinum* مسبب مرض العفن الجاف بالمعاملة بالـ cationic amylose-hexadecylammonium chloride inclusion complex (اختصارًا: Hex-Am)؛ حيث خفضت المعاملة من ضرر الفطر للدرنات بنسبة ٩٩٪ فى خمسة أصناف من البطاطس. ولم يكن للـ amylose complex أى ضرر على الدرنات التى كونت بيريدروم الجروح بعد أسبوع واحد من التخزين على ١٥ °م مع ٩٠٪ رطوبة نسبية. لقد شكلت معاملة الـ Hex-Am غشاءً مضادًا للميكروبات فى مناطق الجروح وثبطت أضرار الفطر جوهريًا فى الدرنات المجروحة (Hay وآخرون ٢٠١٩).

المكافحة بأملاح الفوسفايت

إن معاملة درنات تقاوى البطاطس ونموات البطاطس الخضرية بفوسفايت البوتاسيوم potassium phosphite (وهو ملح البوتاسيوم لحامض الفوسفوريس phosphorous acid)

تؤدى إلى حث تكوين استجابات دفاعية فى بيريدرم الدرنات المتكونة وقشرتها، تكون مصاحبة بتغيرات بنائية وبيوكيميائية فى تلك الأنسجة، فقد ازداد فيها محتوى البكتين، خاصة بعد التجريح والإصابة بالفطر *Fusarium solani*، كما ازداد محتوى ونشاط مثبطات الإنزيمين: بولى جالاكتيرونيز polygalacturonase، وبروتينيز proteinase، وظهر بالأنسجة طراز جديد من إنزيم الشيتينيز chitinase (Olivieri وآخرون ٢٠١٢).

المكافحة الحيوية

يمكن الحصول على نتائج جيدة عند محاولة مكافحة اثنين من الفطريات المسببة للمرض — هما: *F. sambucinum* (وهو *Gibberella pulicaris*)، و *F. solani* var *coruleum* – باستعمال عدة سلالات من الخميرة، ولكن البكتيريا *Pseudomonas fluorescens* أعطت نتائج إيجابية (Schisler وآخرون ١٩٩٥). كذلك أمكن مكافحة الفطر *F. sambucinum* بواسطة البكتيريا *P. cepacia* (سلالة B37w) فى بيئة صناعية (Burkhead وآخرون ١٩٩٤).

وقد تعرف Burkhead وآخرون (١٩٩٥) على نحو ٢٠ عزلة بكتيرية كانت كل منها قادرة على إنتاج نوع واحد على الأقل من مضادات الحيوية التى تفيد فى مكافحة الفطر *F. sambucinum* المسبب للمرض.

وأدت معاملة شرائح درنات البطاطس بالسم T-2 من الفطر *Fusarium* spp. بتركيز ١ مجم/لتر إلى حث مقاومة للفطر *Fusarium sulphureum* وقد كانت المقاومة مُرافَقة بوفرة فى كلٍ من العناصر النشطة فى الأكسدة وفى المنتجات الأيضية الـ phenylpropanoid، وفى نشاط الإنزيمات والجينات المتعلقة بكليهما، وفى إنتاج البروتينات ذات بالصلة بالعناصر النشطة فى الأكسدة وفى المنتجات الأيضية الـ phenylpropanoid (Xue وآخرون ٢٠١٩).

العفن الوردى

يسبب مرض العفن الوردى Pink Rot الفطر *Phytophthora erythroseptica*.

الأعراض

تبدأ الأعراض فى الظهور عند منطقة اتصال الساق بقطعة التقاوى؛ حيث يكون لونها أسود وتصبح لينة وطرية ومائية المظهر. تكون هذه الإصابة تحت سطح التربة، ولكنها سريعًا ما تمتد أعلى الساق حتى الأوراق السفلى للنبات. ويلى ذلك ظهور عفن قاعدى طرى فى ساق النبات يكون مصاحبًا باكتساب النخاع مظهرًا مائيًّا، وتلون الحزم الوعائية باللون البنى، مع تكون درنات هوائية فى آباط الأوراق. وتظهر على النباتات المصابة بالقرب من نهاية موسم الزراعة ذبولاً باصفرار الأوراق السفلى، ثم جفافها وسقوطها.

وتصاب الدرنات — عادة — من خلال المدادات Stolons؛ حيث يظهر بها عفن ينتشر سريعًا ويتحول سطح الأجزاء المصابة من الدرنة إلى اللون البنى القاتم بينما تكون حافتها أكثر دكنة، وتكتسب العديسات والعيون لونًا قرمزيًّا أو أسود، ويكون من السهل إزالة جلد الدرنة فى مكان الإصابة. وعند قطع الدرنة لا يمكن فى البداية التعرف على مدى انتشار الإصابة فيها داخليًّا، ولكن بعد فترة قصيرة من تعرض النسيج المقطوع للهواء، فإن الأجزاء المصابة منه بالفطر سريعًا ما يتغير لونها إلى اللون الوردى، ثم إلى البنى، فالأسود (Cook ١٩٧٨)، ويكون للدرنات المصابة رائحة الخل.

تواجد الفطر، والظروف المناسبة لانتشار المرض ومكافحته

يعيش الفطر فى التربة لعدة سنوات فى صورة جراثيم بيضية، تتكون فى سيقان البطاطس الهوائية وجميع أجزاء النبات الأخرى تحت الأرضية. تنبت الجراثيم البيضية منتجة جراثيم سابحة تسبح وتنتقل مع الماء الأرضى؛ إلى أن تُحدث الإصابة.

يُعد التجريح هو العامل الأساسى فى إصابة درنات البطاطس بمرض العفن الوردى الذى يسببه الفطر *Phytophthora erythroseptica* (Salas وآخرون ٢٠٠٠)

وينتشر المرض فى حرارة تتراوح بين ١٠ْم و ٣٤ْم، ولكن الدرجة المثلى تبلغ ٢٥ْم. وتناسبه الأراضى الرطبة الرديئة الصرف.

ويكافح المرض باتباع دورة زراعية ثلاثية، وزراعة تقاوٍ سليمة، وعدم الإفراط فى الرى.

الارتشاح أو عفن الجروح المائى

يسبب مرض الارتشاح Leak، أو عفن الجروح المائى Watery Soft Rot الفطر *Pythium debaryanum*، و *P. ultimum*.

الأعراض

تبدأ إصابة الدرنات من خلال الجروح، وقد تأتى بعد تعرض المحصول لأشعة الشمس القوية بعد الحصاد مباشرة؛ أى إن المرض ينتشر فى الظروف التى تزداد فيها الإصابة بظاهرة الترييش. يتغير لون جلد الدرنات المصابة إلى اللون الأسود، ويصبح ذا ملمس مطاطى. وفى المراحل التالية يؤدى أى ضغط على الدرنات إلى خروج سائل ذى لون فاتح من العيون. وتصبح الأنسجة الداخلية المصابة حبيبية المظهر، وتأخذ لونًا رماديًّا فاتحًا يتغير إلى اللون الوردى عندما تتعرض للهواء. ويصبح العفن الداخلى فيما بعد أسود اللون، ثم تتمزق أنسجة الدرنة الخارجية؛ بحيث تظهر المناطق المتعفنة السوداء.

الظروف المناسبة لانتشار المرض ومكافحته

يعيش الفطر فى التربة على صورة جراثيم بيضية؛ تبدأ منها الإصابة. أما فى المخازن، فإن الإصابة يمكن أن تنتشر بواسطة الجراثيم الاسبورانجية. ويناسب انتشار المرض حرارة ٢١°م ورطوبة أرضية عالية فى الحقل، أو رطوبة نسبية عالية فى المخازن.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- معالجة التقاوى المقطعة جيدًا قبل زراعتها.

٢- تحسين الصرف وتجنب زيادة الرطوبة الأرضية.

٣- جمع كل الدرنات من الحقل بعد الحصاد وعدم ترك أى منها.

٤- المحافظة على الدرنات من الإصابة بالخدوش والجروح عند الحصاد، وعدم تعريضها لأشعة الشمس القوية.

٥- معالجة المحصول جيدًا بعد الحصاد مباشرة.

٦- التخزين فى مخازن باردة وجافة (Burke ١٩٦٠).

المكافحة الحيوية

أمكن مكافحة مرض ارتشاح بثيم pythium leak بمعاملة الدرنات بمستخلص إيثانولى للطحلب البحرى البنى *Sargassum vulgare*. أفادت المعاملة فى مكافحة الفطر *Pythium aphanidermatium* أحد مسببات مرض رشح بثيم فى درنات البطاطس، وذلك عندما استُخدم بمعدل ٥٠ جم/لتر، حيث قللت المعاملة الإصابة بنسبة وصلت إلى أكثر من ٨٢٪ مقارنة بالإصابة فى الكنترول. وقد أمكن التعرف على ٣٤ مركبًا فى هذا المستخلص كان منها أحماض فينولية وفلافونويدات (Ammar وآخرون ٢٠١٧)

البقعة الجلدية

يسبب مرض البقعة الجلدية Skin Spot الفطر *Oospora pustulans* وهو من أمراض المخازن الهامة، وتؤدى كثرة الإصابة فى التقاوى إلى زيادة نسبة الجور الغائبة عند الزراعة؛ ذلك لأن الإصابة تتركز حول عيون الدرنات.

الأعراض

تصاب الدرنات أثناء نموها، أو عند حصادها، أو خلال تخزينها. وتحدث الإصابة من خلال العديسات والجروح السطحية. وتبدأ إصابات الحقل — غالبًا — من زراعة تقاو مصابة.

قد تصاب جميع أجزاء النبات التى توجد تحت سطح الأرض، وتكون إصابتها على صورة بقع صغيرة بنية اللون. وفى المراحل المتأخرة من الإصابة تظهر فى الأنسجة

المتأثرة بالفطر شقوق عرضية صغيرة يتبعها تكون شقوق مستعرضة أكثر عمقًا واتساعًا، ولكنها لا تتعدى نسيج القشرة.

وتظهر أعراض الإصابة على الدرنات إما على صورة نموات بارزة صغيرة، وإما على شكل بقع دائرية صغيرة غائرة قاتمة اللون يكون مركزها بارزًا قليلاً. ويتوقف مظهر الإصابة على الصنف، ولكن نادرًا ما يزيد قطر النمو البارز أو البقعة الغائرة عن ملليمتر واحد، ولكن الإصابات قد تلتحم معًا لتكون مساحات أكبر من النسيج المصاب. وتتركز الإصابة غالبًا حول العيون. وعلى الرغم من حدوث الإصابة فى الحقل، إلا أن الأعراض لا تظهر غالبًا على الدرنات إلا بعد التخزين لأسابيع قليلة.

الظروف المناسبة لانتشار الإصابة

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة على صورة جسيمات حجرية microsclerotia فى التربة بالحقل، أو فى التربة الجافة التى تنقل إلى المخازن مع الدرنات.

ويناسب انتشار المرض فى المخازن الحرارة المنخفضة بعد حصاد الدرنات مباشرة، وارتفاع الرطوبة النسبية. أما تحت ظروف الحقل، فإن الإصابة تناسبها زيادة الرطوبة الأرضية.

المكافحة

تجب لمكافحة المرض مراعاة ما يلى:

١- زراعة التقاوى المعتمدة الخالية من الإصابة.

٢- تنبيت الدرنات قبل زراعتها واستبعاد الدرنات التى تفشل فى الإنبات.

٣- تحسين الصرف.

٤- زراعة الأصناف المقاومة؛ مثل ديزريه.

٥- معاملة الدرنات المخصصة للاستعمال كتقاوٍ فور حصادها بأحد المبيدات المناسبة؛ مثل:

المادة الفعالة	المبيد
imazalil	فنجافلور سى Fungaflor C
iodophor + tencazene	بايجران إف Bygran F
iodphor + thiabendazole	بايتران Byatran، وتيوبازول Tubazole
tencazene + thiabendazole	هايتك سوبر Hytec Super
	ستورايت إس إس Storite SS
thiabendazole	ستورايت Storite، وتكتو Tecto

٦- الحصاد المبكر.

٧- معالجة الدرنات سريعًا وجيدًا بعد الحصاد مباشرة.

٨- تخزين الدرنات فى مخازن جافة جيدة التهوية.

العفن الفحمى

يسبب مرض العفن الفحمى Charcoal Rot الفطر *Macrophomina phaseolina*.

الأعراض

يبدأ المرض من التقاوى المصابة؛ حيث ينمو الفطر من الدرنة الأولى إلى السيقان النامية منها حتى سطح التربة، وتظهر الإصابة على صورة عفن سطحى قاتم اللون، يشبه فى مظهرة — إلى حدٍّ ما — مرض الجذع الأسود. وغالبًا ما تصاب الساق بكائنات أخرى ثانوية بعد تعفن قاعدتها؛ حيث يموت النبات فى نهاية الأمر. وقد يصيب الفطر الدرنات من خلال العديسات؛ محدثًا بها أعراضًا تشبه — إلى حدٍّ ما — أعراض الإصابة بالندوة المتأخرة. وتظهر الأجسام الحجرية للفطر فى الأنسجة المصابة، وخاصة فى السيقان الجارية.

تواجد الفطر والظروف المناسبة لانتشاره

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة على صورة أجسام حجرية فى التربة وفى بقايا النباتات.

يتطفل الفطر على مدى كبير من العوائل؛ منها الفاصوليا وبعض الحشائش المعمرة. وهو يصيب البطاطس عندما تكون رطوبة التربة وحرارتها أعلى من المدى المناسب للمحصول. وأنسب حرارة للإصابة بالمرض هى ٣٠ °م. وتشكل الجروح منفذًا جيدًّا للإصابة بالفطر.

المكافحة

يكافح مرض العفن الفحمى بمراعاة ما يلى:

١- تحسين الصرف فى المزرعة.

٢- معاملة التقاوى بالبكتيريا *Bacillus subtilis* التى تضاد الفطر المسبب للمرض.

٣- الحصاد قبل حلول الجو الحار.

٤- معاملة الدرنات بحرص أثناء حصادها وتداولها؛ لتجنب تجريحها (عن Rich ١٩٨٣).

الغرغرينا

يسبب مرض الغرغرينا Gangarene الفطر *Phoma exigua* var. *foveata*، وهو مرض لا يصيب البطاطس — عادة — إلا فى المخازن؛ حيث لا يظهر إلا بعد نحو شهر من تخزين الدرنات.

الأعراض

تصاب الدرنات بالفطر قبل الحصاد، أو أثناء التخزين من التربة الملوثة التى تعلق بالدرنات. وتبدأ أعراض الإصابة على صورة انخفاضات صغيرة مستديرة إلى بيضاوية الشكل فى سطح الدرنة، تكون — عادة — فى مواضع جروح سابقة، أو عيون، أو عديسات. ومع تقدم الإصابة تزداد مساحة هذه البقع تدريجيًّا، وتأخذ شكل بصمة الإصبع، وتكون محاطة بجلد ناعم لونه رمادى قاتم. ويمكن أحيانًا مشاهدة الأجسام

البكنيدية القاتمة اللون للفطر فى موضع الإصابة. كما يمكن عند قطع الدرنات المصابة رؤية فجوات كبيرة فيها تكون مبطنة بالنموات الهيفية للفطر. وتوجد دائمًا حدود فاصلة واضحة بين الأنسجة السليمة والمصابة.

وعلى الرغم من إصابة النموات الخضرية للبطاطس والدرنات بالفطر أثناء موسم النمو إلا أن ذلك لا يكون ملحوظًا. وتحدث إصابة السيقان من خلال آثار الأوراق؛ حيث تظهر عليها مساحات صفراء فاتحة تتحول تدريجيًّا إلى اللون الأصفر، وتؤدى — فى نهاية الأمر — إلى تكسر الساق. كما تتكون بكنيديا الفطر ذات اللون البنى الضارب إلى السواد فى مواقع الإصابة. وتزداد شدة الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية.

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة فى التربة لعدة سنوات، وفى الدرنات، التى تعد الوسيلة الوحيدة لانتقاله.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة بما يلى:

١- حصاد الدرنات وتداولها بعد الحصاد بحرص، بهدف تجنب تجريحها.

٢- الاهتمام بإجراء عملية العلاج التجفيفى بشكل جيد؛ بهدف سرعة التئام الجروح التى تحدث منها الإصابة.

٣- تخزين الدرنات فى حرارة ٥ — ٨°م.

٤- التخلص من بقايا النباتات المصابة، ومن النباتات التى تنمو من درنات بقيت فى الحقل من محصول سابق.

٥- زراعة تقاوٍ معتمدة خالية من الإصابة.

٦- زراعة الأصناف الأكثر مقاومة من غيرها؛ مثل كاريبو Cariboo، وكاريبى Caribe.

٧- معاملة الدرنات فى المخازن بأحد المبيدات المناسبة، والتى منها (عن Parry ١٩٩٠).

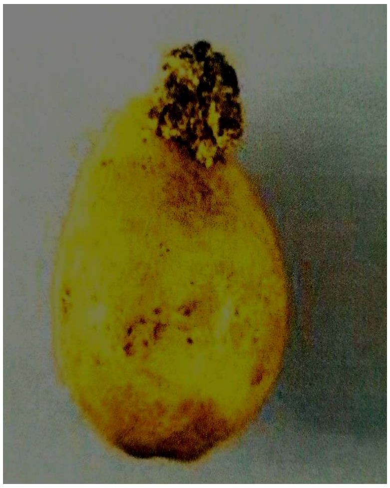
المادة الفعالة	المبيد
imazalil	فنجافلور سى Fungaflor C
iodophor + tencazene	بايجران إف Bygran F
tencazene + thiabendazole	هايتك سوبر Hytec Super
	ستورايت إس إس Storite SS
thiabendazole	ستورايت Storite، وتكتو Tecto

التثألل

يسبب مرض التثألل Wart نوعًا من الفطريات الغروية Slime Molds؛ وهو *Synchytrium endobioticum*.

الأعراض

يصيب الفطر جميع أجزاء النبات تحت سطح التربة فيما عدا الجذور، كما قد يصيب الأوراق والأزهار كذلك. يتراوح حجم الثآليل التى تظهر على الدرنات بين مجرد عقدٍ صغيرة لا تزيد على حجم رأس الدبوس ونموات كبيرة تغطى جزءًا كبيرًا من سطح الدرنة (شكل ١-١٢). وتكون الثآليل فى الدرنات طرية وإسفنجية، ويكون لونها — فى بداية الأمر — مثل لون النسيج المصاب ذاته؛ فهى — مثلاً — تكون خضراء اللون إذا كانت الدرنات معرضة للضوء، ولكن يتغير لون الثآليل بعد فترة من تكونها إلى اللون البنى الصدئ أو الأسود. ويعيش الفطر المسبب للمرض فى الطبقات الخمس الخارجية من الثألول، وينطلق منها إلى التربة عندما تتحلل. وتتكون الثآليل من أنسجة انقسمت خلاياها بكثرة وتضخمت بشدة بغير نظام؛ وهى تشبه فى مظهرها قرص القنبيط، وخاصة فى إصابات الأجزاء الهوائية.



شكل (١-١٢): أعراض الإصابة بالتثألل على درنة البطاطس.

تواجد الفطر والظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر بين مواسم الزراعة على صورة أكياس أسبورانجية ساكنة تبقى فى التربة أو على سطح درنات التقاوى المصابة. ويمكن أن تعيش هذه الأكياس الجرثومية الساكنة فى التربة لمدة قد تصل إلى ٣٠ عامًا فى غياب العائل.

ينتقل الفطر المسبب للمرض مع التربة الملوثة، والأسمدة البلدية، والدرنات المصابة، وخاصة من الأصناف المقاومة التى قد تحمل الفطر المسبب للمرض على الرغم من خلوها من الأعراض المميزة للإصابة.

يناسب المرض توافر الرطوبة — لكى تنبت الجراثيم الساكنة والأكياس الجرثومية، وتتحرر وتسبح الجراثيم السابحة — وحرارة تتراوح بين ١٢ و ٢٧ °م.

وفى إحدى الدراسات المعملية، وجد أن أنسب حرارة لحدوث الإصابة كانت ١٥ °م، وأن الإصابة انخفضت بنسبة ٩٠٪ عند انخفاض الحرارة إلى ١٢ °م أو ارتفاعها إلى ١٨ °م (Hampson وآخرون ١٩٩٤).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- استخدام تقاو معتمدة فى الزراعة.

٢- زراعة الأصناف المقاومة، وهى كثيرة.

٣- التخلص من النباتات المصابة.

٤- أدت معاملة التربة بقشور الكائنات البحرية؛ مثل سرطان البحر (الاستاكوزا) والجمبرى إلى انخفاض شدة الإصابة بالتثألل، والحد من كثافة تواجد الفطر المسبب للمرض (Hampson & Coombers ١٩٩٥).

أمراض فطرية أخرى

تصاب البطاطس بعديدٍ من الفطريات الأخرى، نذكر منها ما يلى (عن Hide & Lapwood ١٩٧٨، و Rich ١٩٨٣).

عفن الجذر البنفسجى Violet Root Rot

يسببه الفطر *Hilcobasidium purpureum* الذى ينتشر فى معظم أنحاء العالم، ويحدث موت مبكر للنباتات، وبقع سطحية وعفن فى الدرنات.

النقطة السوداء Black Dot

يسببه الفطر *Colletotrichum atramentarium* الذى ينتشر فى معظم أنحاء العالم، ويحدث موت مبكر للنباتات، وبقع سطحية على الدرنات، وسيقان النباتات. وتظهر فى النسيج المصاب كريات صغيرة جدًّا سوداء اللون، هى الأجسام الحجرية الكاذبة pseudosclerotia للفطر.

يفيد التعقيم بالأشعة الشمسية solarization فى خفض معدل الإصابة بمرض النقطة السوداء، على أن تستمر التغطية بالبلاستيك الشفاف لمدة ٨ أسابيع، مع ضرورة وصول الحرارة فى الخمسة سنتيمترات العلوية من التربة إلى ٥٦°م (Denner وآخرون ٢٠٠٠).

التلطخ الرمادى Gray Mold

يسببه الفطر *Botrytis cinerea*، وهو يؤدى إلى تحلل وموت سيقان النبات، وعفن الدرنات، وتلون الأوراق باللون البنى، وانتشار هيفات الفطر الرمادية اللون عليها.

تبقع الأوراق السبتورى Septoria Leaf Spot

يسبب الفطر *Septoria lycopersici*.

البياض الدقيقى Powdery Mildew

يسببه الفطر *Erysiphe cichcoracearum*.

عفن ريزوبس الطرى Rhizopus Soft Rot

يسببه الفطر *Rhizopus* spp.

عفن أرميللاريا

يسبب عفن أرميللاريا Armillaria Rot الفطر *Armilaria mellea*، وهو فطر يصيب أشجار الفاكهة والغابات بشكل خاص. تأخذ الأجزاء المصابة من الدرنات لونًا بنيًا فاتحاً. وتكون غائرة قليلاً.

القشف الفضى

يسبب الفطر *Helminthosporium solani* مرض القشف الأسود black scurf فى درنات البطاطس. يبدأ المرض — أساسًا — عند زراعة تقاوى مصابة، حيث تنتشر فيها إلى الدرنات الجديدة المتكونة. وفى المخازن يزداد انتشار المرض فى الدرنات المخزنة عندما تنتقل الجراثيم المتكونة على الدرنات المصابة مع تحركات الهواء فى المخزن.

وقد وُجد أن معاملة الدرنات بالـ azoxystrobin بعد الحصاد وقبل التخزين ساعد على الحد من انتشار الإصابة بالمرض فى المخازن (Miller وآخرون ٢٠١١).

كما أمكن مكافحة مرض القشف الفضى بمعاملة درنات البطاطس – بعد الحصاد – بأى من أملاح الفوسفونات والكربونات والبيكربونات والبروبيونات التالية: potassium sorbate، و calcium propionate، و sodium carbonate، و sodium bicarbonate، و potassium cabonate، و potassium bicarbonate، و ammonium bicarbnate، وجميعها مركبات غير سامة نسبيًّا (Olivier وآخرون ١٩٩٨). وفى دراسة لاحقة (Oiliver وآخرون ١٩٩٩).. أظهرت المعاملة بالمركب سوربات البوتاسيوم potassium sorbate قدرة كبيرة على مكافحة المرض، علمًا بأن سميته للثدييات شديدة الانخفاض.

الفصل الثانى

الأمراض البكتيرية ومكافحتها

الجرب العادى

يسبب الجرب العادى عدة أنواع من الجنس *Sterptomyces*، أهمها *S. scabies*، وكذلك *S. acidiscabies*، و *S. caviscabies* (Liu وآخرون ١٩٩٥، Goyer & Beaulieu ١٩٩٧). ويصنف هذا الجنس أحيانًا ضمن الفطريات؛ حيث إنه ينتج هيفات أثرية تعطى جراثيمًا بتكوين جدر فاصلة بها، ولكن يصنف هذا الجنس أحيانًا كذلك ضمن البكتيريا. وهو ينتمى إلى رتبة Actinomycetales وعائلة Streptomycetaceae.

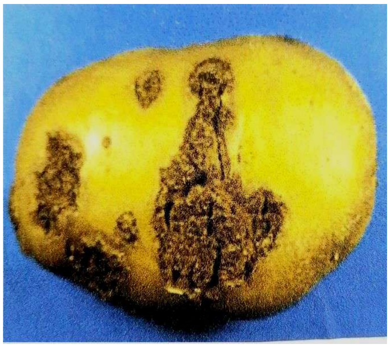
الأعراض

يمكن أن تبدأ الإصابة فى أية مرحلة من نمو النبات، ولكنها تبدأ — عادة — عندما تصبح الدرنات فى حجم الليمونة الصغيرة. وتزداد الإصابة بعد الفترات التى يسودها جو حار جاف. ولا تلبث هذه البقع أن تزداد فى المساحة وفى العمق، إلى أن تصبح خشنة الملمس، وفلينية المظهر، مرتفعة قليلاً، وتختلف فى المساحة من مجرد نقط صغيرة قليلة إلى بقع كبيرة وكثيرة تغطى معظم سطح الدرنة. تحاط هذه البقع بنسيج فلينى، ويكون لونها مشابهًا للون الدرنة (شكلا ٢–١، و٢–٢). ومن الأعراض الأخرى لهذا المرض أن تكون إصابة الدرنات سطحية، وعلى شكل شبكة؛ فيأخذ بذلك جلد الدرنة مظهرًا شبكيًّا، وتتكون نقر سطحية على الدرنة.

تحدث الإصابة من خلال العديسات. وتبدأ أعراض الجرب فى الظهور عندما تكون الدرنات نسيجًا فلينيًّا كحاجز دفاعى ضد الفطر. ويمكن للفطر أحيانًا اختراق هذا الحاجز؛ لتكوّن الدرنة حاجزًا آخر أعمق من سابقة؛ فيتكون نتيجة لذلك جربًا أعمق. ويتكون النسيج الفلينى نتيجة للانقسام الزائد — غير الطبيعى — فى مواقع الإصابة.



شكل (٢-١): أعراض الإصابة بالجرب العادى على درنة البطاطس.



شكل (٢-٢): أعراض الإصابة بالجرب العادى مكبرة.

لا تؤثر الإصابة على كمية المحصول المنتج، ولكنها تخفض من القيمة التسويقية للبطاطس، كما تزيد من احتمال إصابة الدرنات بالكائنات الأخرى المسببة للعفن. وعمومًا فإن المرض لا يتعدى أبدًا منطقة القشرة، ويمكن غالبًا إزالة البثرات بالظفر. ونادرًا ما تصاب الدرنات بالمرض فى المخازن.

الظروف المناسبة لانتشار المرض

ينتقل مسبب المرض إلى الحقول الخالية منه مع التقاوى المصابة، ومع التربة التى تنتقل إلى الحقل بالوسائل الميكانيكية، أو مع ماء الرى، أو بفعل الرياح، وكذلك مع الأسمدة العضوية التى لم يكتمل تحللها.

ويمكن للكائن المسبب لهذا المرض أن يعيش فى التربة لسنوات عديدة، وينشط فى الأراضى الجيدة الصرف الخفيفة، وفى مدى حرارى يتراوح بين ٢٢ْم و٣٠ْم، وفى مجال pH يتراوح بين ٦,٥ و ٧,٥، وفى المواسم الجافة، وعند زيادة التسميد العضوى قبل الزراعة مباشرة، كما أنه يعيش فى الدرنات المصابة. وينتشر المرض فى معظم أنحاء العالم.

ومن عوائل مسبب المرض الأخرى — غير البطاطس — بنجر المائدة، وبنجر السكر، والفجل، واللفت، والروتاباجا، والجزر، والجزر الأبيض.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية.

٢- استعمال تقاوٍ خالية من الإصابة.

٣- تعديل pH التربة إلى المجال الذى لا يناسب نشاط الكائن المسبب للمرض، علمًا بأن نشاطه يقل عندما يكون الـ pH أقل من ٥,٢، أو أعلى من ٨,٠. ويقاوم المرض فى الأراضى الحامضية بالمحافظة على الـ pH بين ٤,٨-٥,٢.

٤- زراعة الأصناف المقاومة؛ علمًا بان المقاومة تتوفر فى عدد كبير من الأصناف ذات الجلد الشبكى Russetted.

٥- قلب الأسمدة الخضراء فى التربة.

٦- الرى الغزير فى المراحل الأولى لتكوين الدرنات، وتجنب جفاف التربة.

٧- المكافحة الحيوية باستعمال بعض السلالات المنافسة من الجنس *Streptomyces*؛ مثل السلالة CH-33 من *S. albidoflavus*، والسلالة Pon SSII من *S. diastatochromogenes*، والسلالة PonR من *S. scabies*.

وتجدر الإشارة إلى أن السلالات المنافسة هذه تم عزلها من عديسات درنات بطاطس أنتجت فى أرض تعرف بأنها مثبطة suppressive للإصابة بالمرض، ويحدث

ذلك غالبًا عند تكرار زراعة البطاطس فى نفس الأرض لعدة سنوات متتالية؛ حيث تتكاثر السلالات المنافسة من الجنس *Streptomyces* فى التربة (Liu وآخرون ١٩٩٥).

هذا.. وتنتج السلالة LBUM223 من البكتيريا الفلورية *Pseudomonas fluorescens* مركبًا يعرف بالاسم الكيميائى phenazine-1-carboxylic acid (اختصارًا: PCA أو phenazine) قادر على تثبيط نمو *Streptomyces scabies* مسبب مرض الجرب العادى فى البطاطس، وذلك فى ظروف البيئة الصناعية. كذلك أدت المعاملة بالبكتيريا كل أسبوعين إلى تقليل أعراض الإصابة بالمرض جوهريًا تحت ظروف الحقل، وازداد محصول الدرنات الكلى المنتج بنسبة ٤٦٪. وقد تبين أن البكتيريا تثبط التعبير عن الجين txtA فى *S. scabies*، وهو الجين المسئول عن إنتاج الـ thaxtomin A الضرورى لحدوث الإصابة؛ أى إنها تقلل من ضراوة المسبب المرضى. هذا على الرغم من أن المعاملة بسلالة *Pseudomonas* sp. أدت إلى زيادة تواجد *S. scabies* فى المحيط الجذرى؛ أى إنها لم توفر تضادية حيوية (Arseneault وآخرون ٢٠١٣، و٢٠١٥).

العفن الطرى البكتيرى والجذع الأسود، وعفن الساق

يُحدث هذا المرض ثلاثة تحت أنواع بكتيرية تتبع النوع *Pectobacterium carotovorum* (سابقًا *Erwinia carotovora*)؛ وهى:

١- تحت النوع *P. carotovorum* ssp. *carotovorum*، ويُحْدِث عفنًا طريًّا بالدرنات Soft Rot.

٢- تحت النوع *P. carotovorum* spp. *atroseptica*، ويُحدث عفنًا طريًّا بالدرنات، بالإضافة إلى الجذع الأسود Black Leg.

٣- تحت النوع *P. carotovorum* spp. *chrysanthemi*، ويُحدث عفنًا بالساق Stem Rot يتبعه — غالبًا — ذبول بالساق المصابة.

وبينما يصعب — غالبًا — التمييز بين مرض الجذع الأسود الذى تحدثه البكتيريا *P. carotovorum* spp. *atroseptica*، ومرض عفن الساق الذى تحدثه البكتيريا

P. carotovorum spp. *chrysanthemi*، فإن المرض الأول يناسبه الجو البارد نسبيًّا، بينما يناسب المرض الثانى الجو الدافئ.

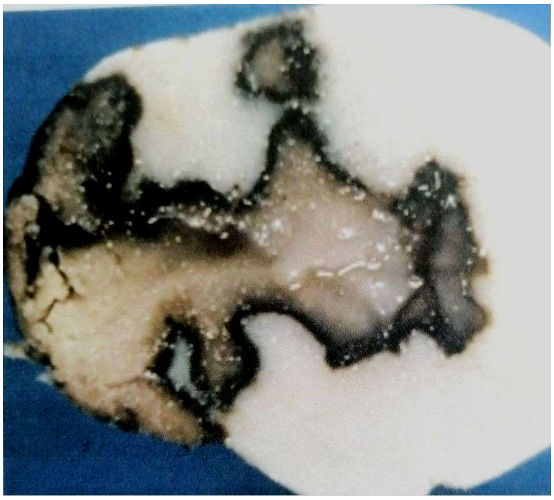
الأعراض

تظهر أعراض الإصابة بالعفن الطرى على الدرنات على شكل بقع داكنة اللون (شكل ٢-٣)، مع وجود عفن طرى داخلى يستمر أثناء التخزين (شكل ٢-٤). قد يشمل العفن جزءًا صغيرًا من الدرنة، وقد يشمل الدرنة كلها؛ بحيث لا يتبقى منها سوى طبقة البيريدرم التى تحفظ الدرنة المتعفنة فى كتلة واحدة. وعند قطع الدرنة تظهر الأجزاء المصابة فى البداية عديمة اللون، لكنها تتحول بسرعة إلى اللون الوردى، أو البنى، أو الأحمر، أو الأسود الضارب إلى البنى عندما تتعرض للهواء (شكل ٢-٥) ولا تكون للدرنات المصابة — عادة — رائحة قوية، إلا أن إصابتها بالكائنات الأخرى تؤدى إلى ظهور رائحة قوية منفرة.

وتنتج البكتيريا المسببة للعفن إنزيمات تقوم بتحليل المواد البكتينية فى جدر الخلايا، وفى الصفيحة الوسطى؛ مما يؤدى إلى انفصالها بعضها عن بعض، وظهور العفن. ويلعب إنزيم بكتين ميثايل إستريز Pectin methylestrase دورًا هامًّا فى هذا الشأن.



شكل (٢-٣): أعراض الإصابة بالعفن الطرى فى درنة البطاطس.



شكل (٢–٤): أعراض الإصابة الداخلية بالعفن الطرى فى الدرنة.

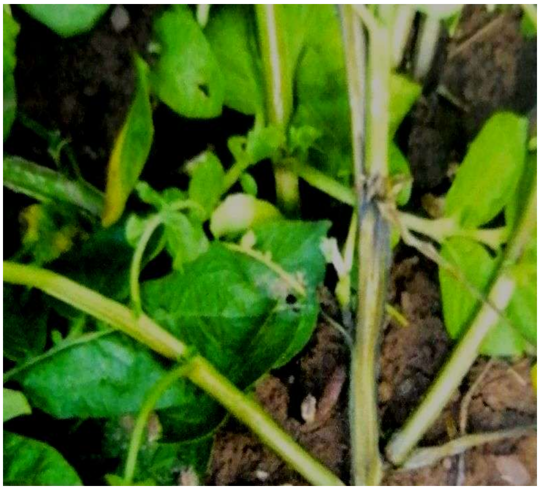


شكل (٢–٥): أعراض الإصابة الداخلية بالعفن الطرى وقد شملت معظم الدرنة.

ولقد أمكن الاستفادة من تقنية الـ portable field asymmetric ion mobility sperctrometry فى التعرف على المركبات العضوية المتطايرة التى تفرزها البطاطس المصابة ببكتيريا العفن البكتيرى *Pectobacterium carotovorum* بدءًا من اليوم الثالث من

الإصابة بالبكتيريا. وقد بلغ نشاط البكتيريا المرضة وما تنتجه من مركبات متطايرة أقصى مداه خلال الأسبوع الثانى من الإصابة (Sinha وآخرون ٢٠١٧).

أما أعراض الإصابة بالجذرع الأسود، فإنها تظهر على النبات فى البداية على صورة تلون بنى قاتم ضارب إلى السواد فى قاعدة النبات (شكل ٢-٦)، ثم تتقدم الإصابة لعدة سنتيمترات إلى أعلى فى الساق المصابة، وقد تصبح الساق زلقة (شكل ٢-٧). هذا.. ولا تصاب بالضرورة جميع سيقان النبات (عن Kiraly وآخرين ١٩٧٤).



شكل (٢-٦): بداية أعراض الإصابة بالجذع الأسود.



شكل (٢-٧): أعراض متقدمة للإصابة بالجذع الأسود

تزداد البقع المرضية اتساعًا فى الجو الرطب، وتصبح الساق المصابة قاتمة اللون ومتعفنة عفنًا مائيًّا يؤدى فى نهاية الأمر إلى موت النبات.

وإذا تعرضت النباتات لرذاذ مياه الأمطار — أو الرى بالرش، فإن البكتيريا يمكن أن تنتقل إلى الأجزاء العليا من الساق؛ لتحدث فيها خطوطًا بنيةً قاتمة.

ومن أهم الأعراض المميزة للإصابات الشديدة غياب نسبة كبيرة من الجور؛ بسبب موت النموات الجديدة قبل ظهورها فوق سطح التربة.

يعقب إصابة الساق بالجذع الأسود ظهور أعراض أخرى سريعًا على النموات الخضرية؛ تكون على صورة ذبول واصفرار بالوريقات والتفاف بحوافها إلى أعلى، ثم يتقدم الاصفرار والذبول سريعًا نحو الأوراق العليا من السيقان المصابة. ويظهر فى المراحل المبكرة من الإصابة تلون بنى قاتم داخلى فى نسيج النخاع بالجزء السفلى من السيقان المصابة، ثم سريعًا ما يظهر هذا التلون فى النسيج الوعائى قبل ظهور الأعراض الخارجية. يأخذ الجزء القاعدى من ساق النبات — من الخارج — مظهرًا مبتلاً، ويمكن نزع السيقان المصابة بسهولة من التربة. وقد تصاب ساق واحدة أو اكثر من سيقان النبات، وتمتد الإصابة منها إلى الدرنات من خلال السيقان الأرضية (المدادات stolons).

وتتباين الأعراض على الدرنات من تلون بنى محدود فى الحزم الوعائية إلى عفن معظم الأنسجة الداخلية، والتى ربما لا يتغير لونها إلا بعد قطع الدرنة؛ حيث سريعًا ما تأخذ لونًا قاتمًا بعد ذلك.

مصادر الإصابة والظروف المناسبة لانتشارها

تعيش البكتيريا بين مواسم الزراعة فى التربة وفى عديسات درنات التقاوى، ولا تنشط البكتيريا إلا إذا توفرت لها الظروف المناسبة للإصابة. ويمكن للبكتيريا أن تعيش فى عددٍ من العوائل الأخرى، ولفترات قصيرة فى بقايا النباتات فى التربة.

ويمكن أن تتواجد البكتيريا *P. carotovorum* على درنات التقاوى؛ دون أن

تظهر عليها أية أعراض؛ حيث عزلت من ٨٢٪ من عينات التقاوى فى فنلندة، وكانت *P. carotovorum* spp. *atroseptica* أكثر تواجدًا من *P. carotovorum* ssp. *cartovorum* (Harju & Kankila ١٩٩٣).

وقد أوضحت الدراسات التى أجريت على درنات — تمت عدواها صناعيًّا بالبكتيريا *E. carotovorum* spp. *atroseptica* — أن فرصة بقاء البكتيريا على الدرنات السليمة غير المجروحة – فى ظروف التخزين الجيدة – كانت ضعيفة. ولكن ازدادت فرصة بقاء البكتيريا عندما جرِّحت الدرنات أو كُشِط جزء من سطحها، كما ازدادت فرصة بقاء البكتيريا فى الدرنات السليمة حينما أُجرى حصادها وهى مبتلة، إلا أن سرعة تجفيفها بعد الحصاد — قبل عدواها صناعيًّا بالبكتيريا — قلل من ظهور العفن الذى ظهر عند إجراء التجفيف (Vries وآخرون ١٩٩٣).

تُعد الدرنات المصابة أحد المصادر الرئيسية لبدء الإصابة بالمرض، وتؤدى عملية تقطيع الدرنات أثناء إعداد التقاوى إلى كثرة انتشاره. وتعمل يرقات الذبابتين *Hylema cilicrura* (وهى seed-corn maggot)، و *H. trichodactyla* (وهى potato maggot) على سرعة انتشار الإصابة بالبكتيريا. وتزداد شدة الإصابة فى التربة الغدقة (عن Cook ١٩٧٨).

كذلك تنتشر البكتيريا المسببة للمرض بواسطة ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* (Rich عن ١٩٨٣).

وتزداد شدة الإصابة بالبكتيريا *E. carotovorum* spp. *atroseptica* عند إصابة النباتات — كذلك — بالفطر *A. solani* مسبب مرض الندوة المبكرة (Wastie وآخرون ١٩٩٤).

وتشتد الإصابة بالجذع الأسود عند زيادة الرطوبة الأرضية، وغالبًا ما تكون الإصابة بالمرض سببًا لرفض اعتماد الحقل لإنتاج التقاوى.

تزداد شدة الإصابة بالعفن الطرى — تحت ظروف الحقل — عند زيادة الرطوبة الأرضية؛ حيث يزداد اتساع العديسات — التى تظهر على شكل نقاط بيضاء على سطح

الدرنة – لكى تسمح بمرور الأكسجين إلى انسجة الدرنة الداخلية؛ وتلك ظروف تسمح بالإصابة البكتيرية وسرعة تطورها.

قد تبدأ الإصابة فى مناطق صغيرة حول الجروح أو العديسات، ولكنها غالبًا ما تنتشر فى الدرنة كلها.

ومن أهم العوامل التى تحفز الإصابة بالعفن الطرى البكتيرى: حصاد الدرنات قبل اكتمال تكوينها وتجريجها أثناء حصادها وتداولها، والنشاط الحشرى للديدان التى تحدث جروحًا فى الدرنات، وتعرض جزء من أنسجة الدرنة للتجمد، وغسيل الدرنات مع بقائها فى مياه الغسيل لفترة طويلة.

تحدث الإصابة بالبكتيريا *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* فى مجال حرارى يتراوح بين ٥ْم و٣٧ْم، وتبلغ الدرجة المثلى ٢٢ْم، مع رطوبة عالية.

المكافحة

لمكافحة العفن الطرى البكتيرى تجب مراعاة ما يلى:

١- تطهير المخازن جيدًا.

٢- تجنب الرى الغزير مع تحسين الصرف.

٣- الحصاد فى الجو الجاف؛ لتقليل لسعة الشمس التى تحفز زيادة الإصابة.

٤- العناية بحصاد الدرنات ومعالجتها، وتجنب تجريحها، وتخزينها جافة فى مكان جيد التهوية.

٥- تجنب غسيل الدرنات قبل تسويقها إلا عند الضرورة. وإذا غسلت الدرنات، فإن ذلك يجب أن يجرى باستعمال ماء نظيف، مع تعريض الدرنات للماء فى صورة تيار قوى ترش به ولا تغمر فيه، كما يجب تجفيفها سريعًا بعد الغسيل.

ولمكافحة الجذع الأسود تجب مراعاة ما يلى:

١- اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية، وتحسين الصرف.

٢- استخدام تقاو سليمة فى الزراعة.

٣- التخلص من الدرنات المصابة خارج الحقل.

٤- استعمال درنات كاملة فى الزراعة دون اللجوء إلى تقطيعها، أو سرعة معالجتها جيدًا فى حالة تقطيعها، على أن تدفأ الدرنات إلى حرارة ١٢-١٥ °م قبل تقطيعها، وتجرى المعالجة بحفظها على هذه الدرجة مع رطوبة عالية، فى ظروف تسمح بحركة الهواء بحرية حول الدرنات المقطعة، وذلك قبل زراعتها.

٥- تجنب زراعة الدرنات فى أرض باردة رطبة؛ لأن ذلك يؤخر الإنبات، ويزيد من فرصة الإصابة.

٦- زراعة الأصناف المقاومة؛ مثل: كاتادن Katahdin، ورصت بربانك Russet Burbank.

٧- أمكن مكافحة العفن الطرى كليًّا تقريبًا بغمر الدرنات فى محلول من كبريتات النحاس بتركيز ٠,٠٥٪ لمدة ٣٠ دقيقة. كما أدى رش النباتات فى الحقل بكبريتات النحاس بتركيز ٠,١٪ إلى خفض الإصابة بالجذع الأسود، وزيادة محتوى مختلف الأنسجة النباتية — بما فى ذلك الدرنات المتكونة — من عنصر النحاس، وزيادة مقاومة هذه الدرنات للعدوى بالبكتيريا؛ سواء أجريت العدوى الصناعية بطريق الحقن، أم عن طريق العديسات (Zhang وآخرون ١٩٩٣).

٨- وجد أن إضافة مسحوق التبييض (هيبوكلوريت الصوديوم) بمعدل ١٠ كجم للهكتار مع الماء إلى التربة كان أكثر كفاءةً فى مكافحة الجذع الأسود عن رش النباتات بالاستربتوسيكلين Streptocycline، وبلايتوكس٥٠ Blitox 50 (أوكسى كلوريد النحاس) (Maheshwari & Saini ١٩٩٢). هذا .. ولا تجدى كثيرًا فى مكافحة المرض معاملة الدرنات بمضادات الحيوية، كما لا يجدى تطهيرها سطحيًّا لأن البكتيريا تعيش فيها داخليًّا.

٩- وجد أن زيادة محتوى الدرنات من الكالسيوم — بالاهتمام بتوفير العنصر للنبات — أدى إلى خفض إصابتها بالعفن الطرى الذى تحدثه البكتيريا *P. carotovorum* spp. *atroseptica* (Conway وآخرون ١٩٩٤).

١٠- تقل إصابة الدرنات بالعفن الطرى الذى تحدثه البكتيريا *P. carotovorum* ssp. *carotovorum*، و *P. carotovorum* ssp. *atroseptica* بخفض معدلات التسميد الآزوتى (Smid & Gorris ١٩٩٤).

هذا وتتوفر المقاومة لتحت الأنواع البكتيرية الثلاثة *P. carotovorum* spp. *atroseptica*، و *P. carotovorum* ssp. *carotovorum*، و *P. carotovorum* ssp. *crysanthemi* فى بعض الأنواع البرية من الجنس *Solanum*؛ مثل: *S. phureja*، و *S. stentomum*؛ علمًا بأن المقاومة لأحد تحت الأنواع ترتبط معنويًّا بالمقاومة لتحت النوعين الآخرين. ويعمل المربون على نقل صفة المقاومة للبكتيريا إلى أصناف تجارية من البطاطس (Wolters & Collins ١٩٩٤).

المكافحة بالتعريض لكل من الأشعة UV-C والضوء الفلورسنتى

بينما ثبطت معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية جـ UV-C بجرعة ٣٤,٥ كيلوجول/م^{2} كلية نمو وتطور البكتيريا *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* — مسببة مرض العفن الطرى — فى البيئة الصناعية، فإن درنات البطاطس المعاملة بالأشعة UV-C والمخزنة تحت تحت ضوء فلورسنتى كانت أقل إصابة بالعفن الطرى عما كان عليه الحال فى تلك التى عُومِلت بالأشعة UV-C فى الظلام. وعلى الرغم من أن الدرنات التى عُومِلت بالـ UV-C سواء أكانت فى الظلام أم تحت ضوء فلورسنتى ازداد فيها تركيز الألفاشاكونين والألفاسولانين؛ الأمر الذى ساهم فى مكافحة العفن الطرى، فإن الجمع بين معاملة الأشعة UV-C والضوء الفلورسنتى أسهم — إلى جانب مكافحة العفن الطرى — فى تقليل تبرعم الدرنات والفقد فى الوزن وفى المواد الصلبة الذائبة، مقارنة بما حدث فى معاملة الأشعة UV-C منفردة (Rocha وآخرون ٢٠١٥).

المكافحة بالزيوت الأساسية المستخلصة

كان استخدام الزيوت الأساسية المستخلصة من أى من النباتين *Satureja khuzistanica* أو *Zataria multiflora* كأغلفة لدرنات البطاطس أقوى وأكثر كفاءة

عن المضاد الحيوى الاستربتومايسين فى الحماية من الإصابة ببكتيريا العفن الطرى *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. وكان تأثير المعاملة أقوى فى منع الإصابة عن تأثيرها فى العلاج منها. وقد خفَّضت المعاملة من الإصابة بالمرض بنسبة ٣٨,٤٪ إلى ٧٠,٦٪. هذا.. وكانت أكثر المركبات نشاطًا فى المكافحة هى: carvacrol، و thymol من كل من *S. khuzistanica*، و *Z. multiflora*، على التوالى (Hajian-Maleki وآخرون ٢٠١٩).

المكافحة الحيوية

أدت معاملة الدرنات بمعلق من السلالة Eh 252 من البكتيريا *Erwinia herbicola* قبل عدواها بأى من تحت الأنواع البكتيرية الثلاثة المحدثة للمرض إلى مكافحة العفن (Vanneste وآخرون ١٩٩٤).

كما تمكن Costa & Loper (١٩٩٤) من الحصول على طفرة من السلالة Ecb168 من البكتيريا *P. carotovorum* spp. *betavasculorum* يمكن استخدامها فى المكافحة الحيوية للبكتيريا *P. carotovorum* spp. *carotovorum* علمًا بأن هذه الطفرة لا يمكنها إنتاج الإنزيمات البكتوليتيكية pectolytic enzymes التى تنتجها السلالة غير المطفرة؛ وبذا.. لا يمكنها إصابة جذور بنجر السكر كما تفعل السلالة الأصلية من البكتيريا.

وأدت معاملة البطاطس بأى من *P. fluorescens* أو *P. putida* أو بخليط منهما إلى خفض إصابة الدرنات المنتجة بالعفن الطرى البكتيرى، وكانت المعاملة بمخلوط من نوعى البكتيريا أكثر كفاءة من المعاملة المنفردة بأى منهما. وفى كل الحالات.. أدت المعاملة إلى خفض أعداد البكتيريا *P. carotovorum* فى المحيط الجذرى للبطاطس. كذلك أدت المعاملة إلى زيادة أعداد وأحجام الدرنات المنتجة (Abdelghafar & Abdelsayed ١٩٩٧).

وأمكن انتخاب أربع سلالات من *Bacillus* من بين ٢٣٥ عزلة حُصل عليها من المحيط الجذرى للبطاطس كانت مضادة لنشاط بكتيريا العفن الطرى *P. carotovorum*

ssp. *carotovorum*، كما أظهرت السلالة IrB8 من *B. pumilus* والسلالة IrB12 من *B. amyloliquefaciens* خفضًا فى عفن الدرنات الذى تحدثه بكتيريا العفن الطرى بنسبة ٦٣٫٧٪، و ٤٧٫٨٪، على التوالى (Gerayeli وآخرون ٢٠١٨).

الذبول البكتيرى أو العفن البنى

يسبب مرض الذبول البكتيرى Bacterial Wilt أو العفن البنى Brown Rot البكتيريا *Ralstonia solanacearum* (سابقًا: *Pseudomonas solanacearum*). وتعرف ثلاث سلالات على الأقل من البكتيريا المسببة للمرض؛ هى:

سلالة ١: تصيب الباذنجيات؛ مثل الطماطم، والبطاطس، والباذنجان، والتبغ.

سلالة ٢: تتخصص على الموز.

سلالة ٣: شديدة الضراوة على البطاطس، بينما هى ضعيفة التطفل على التبغ.

الأعراض

أول أعراض الإصابة بالمرض ظهور ذبول بسيط، وتَهَدَّل للاوراق فى نهايات الفروع خلال فترة بعد الظهيرة التى ترتفع خلالها درجة الحرارة (شكل ٢-٨). وتدريجيًّا.. تكتسب الأوراق المصابة لونًا شاحبًا، ثم تتحول إلى اللون الأصفر أو البرونزى (شكل ٢-٩)، وتزداد فترة الذبول اليومية إلى أن يصبح مستديمًا، ثم تموت النباتات المصابة. وتكتسب الحزم الوعائية فى سيقان النباتات المصابة لونًا بنيًّا، ويظهر تخطيط على سيقانها من الخارج. هذا.. إلا أن الذبول قد يكون فجائيًا وفى فرع واحد، أو فى النبات كله.

ومن الاختبارات السريعة للكشف عن الإصابة وضع جزء من ساق نبات مصاب فى كوب من الماء؛ حيث يتدفق من النهايات المقطوعة للسيقان المصابة خيوط بيضاء رفيعة من الخلايا البكتيرية خلال دقائق قليلة.

تمتد الإصابة إلى الدرنات؛ حيث تتلون الأوعية الخشبية فيها باللون البنى، وخاصة قرب طرفها القاعدى شكل (٢–١٠). ومع تقدم المرض تمتد الإصابة إلى أنسجة اللحاء والنخاع؛ وبذا.. تتلون الدرنة باللون البنى. ويلاحظ أن منطقة اتصال الدرنة بالساق الأرضية تكون منخفضة قليلاً، وأن التربة تلتصق بجلد الدرنة فى هذه المنطقة. ويرجع ذلك إلى الإفرازات البكتيرية اللزجة التى تخرج من هذا المكان وتسبب التصاق التربة. كما قد تخرج هذه الإفرازات من العيون فى الإصابات الشديدة؛ وهى ذات لون كريمى ضارب إلى البنى، وتعد هذه الأعراض من العلامات المميزة للإصابة (شكل ٢–١١).

وتجدر الإشارة إلى أن النباتات المصابة قد تنتج درنات مصابة وأخرى سليمة، كما أن الدرنات التى قد تبدو سليمة قد تُنتج درنات مصابة.

يستمر تقدم المرض فى كل من الحقل، وأثناء الشحن والتخزين وقد تصاب الدرنات بكائنات أخرى ثانوية؛ مما يجعلها مهترئة تمامًا ولزقة، ويكسبها رائحة منفرة.



شكل (٢–٨): الأعراض الأولى للذبول البكتيرى على نبات البطاطس.



شكل (٢-٩): أعراض متقدمة للإصابة بالعفن البنى على نبات البطاطس.



شكل (٢-١٠): الأعراض الداخلية للإصابة بالعفن البنى فى درنة البطاطس.



شكل (٢-١١): الإفرازات البكتيرية الداخلية للإصابة بالعفن البنى (الذبول البكتيرى) فى درنة البطاطس.

الظروف المناسبة للإصابة

تعيش البكتيريا بين مواسم الزراعة فى التربة وفى الدرنات المصابة، وفى العوائل الأخرى من مختلف الباذنجانيات؛ بما فى ذلك الحشائش الباذنجانية.

يمكن أن تصل البكتيريا إلى الحقول السليمة بزراعتها بتقاو مصابة، أو بشتلات من الطماطم أو الفلفل تكون حاملة للبكتيريا.

وجدت البكتيريا *R. solanacearum* bv. 2 race 3 (وهى: Pathotype II Sequevar 1) – مسببة مرض العفن البنى فى البطاطس – فى قنوات الرى فى مناطق زراعة البطاطس التقليدية فى دلتا النيل بمصر، وكانت البكتيريا أكثر تواجدًا فى شبكات قنوات الرى الصغيرة التى تنساب مياهها إلى الحقول مباشرة. وقد تباينت أعداد عشائر البكتيريا فى مياه قنوات الرى (حوالى ١٠٠–٢٠٠ وحدة مكونة للمستعمرات/لتر) باختلاف الوقت من السنة، مع ازدياد تواجدها مرافقة لزراعات البطاطس فى المنطقة المجاورة لها

مباشرة. وبالمقارنة.. لم يُعثر على البكتيريا فى مياه الرى أو الصرف فى المناطق الصحراوية، أو فى الفروع الرئيسية لنهر النيل فى تلك المناطق (Tomilinson وآخرون ٢٠٠٩).

هذا.. ولم يمكن العثور على أى من الحشائش التى تُعد من عوائل البكتيريا المرضة – مثل *Solanum dulcamara* – على طول قنوات الرى التى وجدت بها البكتيريا (Farag وآخرون ١٩٩٩).

تحدث الإصابة من خلال جروح الجذور التى قد تحدث ميكانيكيًّا أو بفعل تغذية النيماتودا.

تناسب الإصابة بالمرض حرارة تتراوح بين ٢٥ ْم و٣٥ ْم (Cook ١٩٧٨)، مع رطوبة عالية؛ ولذا.. فإنها تنتشر فى العروة الخريفية.

المكافحة

لمكافحة الذبول البكتيرى (العفن البنى) تجب مراعاة ما يلى:

١– اتباع دورة زراعية ثلاثية للبطاطس تدخل فيها النجيليات.

٢– تقليع وحرق النباتات المصابة.

٣– عدم الزراعة لأجل التصدير قبل شهر أكتوبر.

٤– استخدام تقاوٍ سليمة فى الزراعة.

يتوفر هذا الشرط فى تقاوى العروة الصيفية التى يفترض أن تكون خالية تمامًا من الإصابة. أما التقاوى المنتجة محليًّا، فقد توجد فيها بعض الإصابات. وإذا خزنت هذه التقاوى فى نوالات على حرارة ٢٥ ْم–٣٠ ْم لمدة أربعة أشهر، فإنه يمكن فرزها على فترات لاستبعاد الدرنات المصابة أولاً بأول؛ نظرًا لأن البكتيريا المسببة للمرض تنمو بسرعة تحت هذه الظروف؛ مما يساعد على سهولة اكتشاف الدرنات المصابة. أما إذا خزنت التقاوى المنتجة محليًّا فى الثلاجات. فإنه لا يكون من السهل فرزها لتعرْف الدرنات المصابة.

٥– تطهير أدوات تقطيع التقاوى، ويفضل عدم تجزئ التقاوى عند الزراعة.

٦- التبكير فى زراعة العروة الصيفية، علمًا بأن الزراعات التى تجرى قبل شهر يناير لا تصاب بالمرض، بينما تصاب زراعات شهرى يناير وفبراير فى آخر موسم النمو.

٧- تجنب زراعة الأصناف الشديدة القابلية للإصابة؛ مثل الصنف كنج إدوارد فى العروة الخريفية التى تكثر فيها الإصابة.

٨- استعمال المياه الجوفية فى الرى فى المناطق الصحراوية لضمان خلوها من البكتيريا المرضة (Farag وآخرون ١٩٩٩).

ولقد أدى تحميل البطاطس مع الذرة إلى تقليل إصابة البطاطس بالسلالة ٣ من بكتيريا الذبول *R. solanacearum*، وربما حدث ذلك جراء زيادة تباعد نباتات البطاطس عن بعضها، فلم تحدث إصابات ثانوية عن طريق الجذور، ولوجود جذور لنبات آخر غير البطاطس مختلطة بجذور البطاطس، كما يعتقد بأن انخفاض كثافة زراعة البطاطس مع التحميل أدى إلى بطء زيادة أعداد البكتيريا المرضة فى التربة (Autrique & Potts ٢٠٠٨)

المكافحة بالتعقيم البيولوجى للتربة

يتضمن التعقيم البيولوجى للتربة biological soil disinfestation حث تواجد ظروف لا هوائية فى التربة بزيادة تنفس الكائنات الدقيقة فيها من خلال إضافات من المادة العضوية الطازجة،وبتقليل إمدادات الأكسجين للتربة بتغطيتها جيدًا بغشاء بلاستيكى. ولقد وجد أن الظروف اللاهوائية تتولد فى التربة فى خلال أيام قليلة من إضافة الحشائش والنموات الخضرية للمحصول المنتهى من البطاطس إليها وخلطه بها. خفضت هذه المعاملة — كذلك — من أعداد البكتيريا *Ralstonia solanacearum* — مسببة مرض العفن البنى فى البطاطس — بنسبة ٩٢,٥٪ إلى أكثر من ٩٩٪، مقارنة بأعدادها فى معاملة الكنترول التى لم تُعامل فيها التربة بالمخلفات الطازجة ولم تغطى بالبلاستيك. كذلك أحدثت هذه المعاملة تحت ظروف الحقل خفضًا جوهريًّا فى بقاء البكتيريا فى درنات البطاطس المصابة التى وضعت على عمق ١٥ أو ٣٥ سم، وتحللاً

سريعًا لدرنات البطاطس التى تواجدت بالقرب من سطح التربة بعد الحصاد، وبذا.. فإنها ساعدت فى التخلص من مصدر رئيسى للبكتيريا فى التربة (Messiha وآخرون ٢٠٠٧).

المكافحة الحيوية وببعض المستخلصات النباتية والحيوانية

أظهرت مستخلصات ثمار *Phytolacca dioica*، و *Ziziphus spina-christi* نشاطًا مضادًّا لنمو بكتيريا العفن البنى *Ralstonia solanacearum*، وبكتيريا العفن الطرى البكتيرى *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (El-Hefny وآخرون ٢٠١٨).

وقد دُرس تأثير بعض مضادات الأكسدة (حامض الأسكوربيك ومستخلص الطحالب البحرية والخميرة والشيتوسان) على إصابة البطاطس ببكتيريا الذبول البكتيرى *R. solanacearum* تحت ظروف البيوت المحمية والحقل، ووجد ما يلى:

١- ثبَّط مستخلص الطحالب البحرية والخميرة والشيتوسان المرض تحت ظروف كل من البيوت المحمية والحقل، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى أعداد بعض الأنواع البكتيرية (الـ copiotrophic والـ oligotrophic) فى التربة.

٢- ازداد فعل الشيتوسان فى تثبيط المرض فى التربة القلوية، وازدادت معها نسبة بكتيريا الزيدوماناذز المضادة لبكتيريا الذبول مثل *Pseudomonas putida*.

٣- على الرغم من تثبيط مستخلص الطحالب البحرية لبكتيريا الذبول فى التربة، فإنها زادت منها فى النسيج النباتى (Farag وآخرون ٢٠١٧).

وأظهرت السلالة PD4560 من البكتيريا *Stenotrophomonas maltophilia* قدرة فائقة على مكافحة البكتيريا *R. solanacearum* (من: race 3 biovar 2, phylotype II, sequevar 1؛ ثلاث سلالات عالية الضراوة، هى: strains K3, K10 and K16) مسببة مرض الذبول البكتيرى (العفن البنى) بنسبة ١٠٠٪ مع خفض فى تواجد البكتيريا المرضة فى التربة بنسبة ٧٥٪، وفى المحيط الجذرى بنسبة ٨٠٪، وفى النسيج النباتى بنسبة ٩٧٪. ويوصَى بزراعة اللوبيا والذرة فى الدورة مع البطاطس

لتحفيز تواجد البكتيريا *S. maltophilia* المستخدمة فى المكافحة الحيوية (Elhalag وآخرون ٢٠١٥).

العفن الحلقى

تسبب العفن الحلقى Ring Rot البكتيريا *Clavibacter sepdonicum* (سابقًا *Corynebacterium sepdonicum*).

الأعراض

لا تظهر أعراض الإصابة – عادة – إلا بعد منتصف موسم النمو؛ حيث يظهر بالوريقات اصفرار شديد بين العروق؛ يكون مصحوبًا بتحلل فى الأنسجة الصفراء والتفاف بحواف الوريقة إلى أسفل. ويلى ذلك ذبول النباتات المصابة وموتها قبل ظهور أعراض الشيخوخة الطبيعية فى نهاية موسم النمو.

ويشاهد فى سيقان النباتات المصابة – تحت سطح التربة – تلوُّن بنى فاتح يمكن تتبعه حتى سطح التربة، بينما قد لا يمتد إلى الدرنات. ويخرج من السيقان المصابة عند الضغط عليها نزٌّ من البكتيريا المسببة للمرض وإفرازاتها.

وربما لا يمكن اكتشاف إصابات الدرنات إلا بعد الحصاد، وخاصة فى المواسم الباردة. وتظهر الإصابة فى البداية على صورة اصفرار فى الحزم الوعائية، يصبح لونه أشد قتامة أثناء تخزين الدرنات. ومن العلامات المميزة للمرض تَشَقُّق الدرنات المصابة أثناء التخزين. ويخرج من الحزم الوعائية للدرنات المصابة نز بكتيرى أصفر اللون عند الضغط عليها. وقد يعقب إصابة الدرنات بهذا المرض إصابتها كذلك بالعفن الطرى البكتيرى.

تحدث معظم الخسائر التى يسببها المرض من جرّاء إصابة الدرنات نفسها بنسبة عالية، ولكن الخسارة الكبيرة تكون عند رفض اعتماد حقول التقاوى التى تظهر فيها أية أعراض للإصابة؛ إذ لا تُسمح بأية إصابة بالمرض، ولو حتى نبات واحد مصاب فى حقول إنتاج التقاوى، أو درنة واحدة مصابة أثناء تداول الدرنات وفحصها.

الظروف المناسبة للإصابة

المرض خطير وينتشر بسرعة فائقة إذا ما وصل إلى منطقة او دولة لم يكن موجودًا فيها من قبل.

تبقى البكتيريا بين مواسم الزراعة على الآلات الزراعية والأجولة الملوثة، وفى بقايا النباتات والمعدات والآلات المستعملة فى تداول المحصول بعد الحصاد.

كما تعيش البكتيريا بين مواسم الزراعة فى الدرنات المصابة، إما فى المخازن، وإما فى الدرنات التى تتخلف فى التربة بعد حصاد المحصول، ثم تنمو بعد ذلك معطيةً نباتاتٍ مصابة بالمرض.

وقد وجدت البكتيريا بأعداد كبيرة فى عينات من البطاطس ونموات خضرية لم تظهر عليها أية أعراض مرضية، كما وجدت البكتيريا على درنات الأصناف المقاومة لها (Kriel وآخرون ١٩٩٥ أ، و١٩٩٥ب)

تحدث الإصابة الأولى — غالبًا — عن طريق زراعة درنات مصابة، ويمكن أن تنتشر الإصابة مع مياه الرى. وتناسب سرعة الإصابة حرارة ٢٥ْم.

وفى الظروف الطبيعية.. فإن البطاطس هى العائل الوحيد لهذه البكتيريا.

المكافحة

تجب لمكافحة المرض مراعاة ما يلى:

١–إذا ظهرت الإصابة فى أحد حقول البطاطس فإن المحصول يجب أن يخصص للاستهلاك، مع ضرورة تعقيم جميع الآلات التى استُخدمت فى حصاد وتداول المحصول، ويستعمل لذلك الماء المغلى، وكبريتات النحاس بمعدل ٢,٥ كجم/١٠٠ لتر ماء، أو الكلوراكس التجارى بعد تخفيفه بالماء بنسبة ١ : ٩، ولا يزرع الحقل بعد ذلك إلا بتقاوٍ معتمدة وخالية من البكتيريا المسببة للمرض.

وتستخدم للكشف عن البكتيريا فى درنات البطاطس اختبارات صبغة جرام Gram stain، و Latex agglutination (اختصارًا: LAT) / وإليزا ELISA، وتهجين الدنا

DNA hybridization assay (اختصارًا: DHA) (Westra وآخرون ١٩٩٤)، وسلسلة تفاعلات البوليميرز Polymerase chain reaction (اختصارًا: PCR) (Hu وآخرون ١٩٩٥، و Slack وآخرون ١٩٩٦).

٢- تطهير سكاكين أو آلات تقطيع الدرنات - بصورة مستمرة - باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم الذى يوجد فى الكلوراكس التجارى بنسبة ٥,٢٥٪، مع تخفيف الكلوراكس بالماء بنسبة ١: ٩.

أما المخازن فإنها تطهر باستعمال كبريتات النحاس بمعدل كيلوجرامين لكل ١٠٠ لتر ماء.

٣- زراعة الأصناف المقاومة - مثل ساراناك Saranac، وتيتون Teton- ولكن مع الأخذ فى الحسبان أنها قد تكون حاملة للبكتيريا دون أن تصاب بها، ولكنها تتسبب فى إصابة الزراعات التالية من البطاطس إذا ما كانت الأصناف المستعملة فيها قابلة للإصابة.

٤- احتمال مكافحة البكتيريا بيولوجيًّا؛ حيث تمكن Gamard & Boer (١٩٩٥) من عزل سلالات بكتيرية كانت قادرة على منافسة البكتيريا المسببة للمرض ومكافحتها تحت ظروف الحقل والمختبر.

العين الوردية

تسبب مرض العين الوردية Pink Eye بكتيريا تتبع الجنس *Pseudomonas* تتضمن *P. fluorescens*، و *P. effuse*.

تؤدى إصابة النباتات بذبول فيرتسيلليم أو بالرايزكتونيا إلى تهيئتها للإصابة بالعين الوردية. وأهم أعراض المرض ظهور مساحات وردية إلى بنية اللون حول العيون فى الدرنات المصابة عند الحصاد. وتمتد الإصابة داخليًّا فى الدرنة إذا خزنت بعد الحصاد فى حرارة عالية ورطوبة مرتفعة.

ويكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة، ومكافحة ذبول فيرتسيليم، ومعاملة الدرنات قبل تخزينها بالبينوميل benomyl، والتخزين فى حرارة منخفضة ورطوبة منخفضة نسبيًّا (عن Rich ١٩٨٣).

الفصل الثالث

الأمراض الفيروسية والفيرويدية والميكوبلازمية ومكافحتها

من الأهمية بمكان تخليص تقاوى البطاطس من جميع الإصابات الفيروسية خلال مراحل إكثارها، مع التأكد من فاعلية التقنيات المستخدمة لتحقيق ذلك الهدف. ولقد استُخدمت تقنية مزارع الميرستيم القمى منفردة، أو مع تقنيات أخرى، مثل: العلاج (أو التخليص) الحرارى thermotherapy، والعلاج الكهربائى electrotherapy، والعلاج بالتبريد الفائق cryotherapy، والعلاج الكيميائى chemotherapy.. استخدمت تلك التقنيات فى تخليص الدرنات من الإصابات الفيروسية. وقد وُجد أن التخلص من الفيروسات يعتمد جوهريًّا على كل من الصنف، ومضاد الفيرس antiviral agent المستخدم، ونوع الفيرس، ومدة المعاملة الحرارية. ويمكن تتبع معدل التخلص من الفيروسات بالطرق السيرولوجية، مثل اختبار الإليزا ELISA، وبالتقنيات الحيوية الجزيئية، مثل تقنية الـ real time reverse transcriptase polymerase chain reaction (اختصارًا: real time RT-PCR) (عن Gong وآخرين ٢٠١٩). ويتناول المرجع هذا الموضوع بالتفصيل فى مقال مرجعى.

فيرس التفاف أوراق البطاطس

الأعراض

عند زراعة درنات مصابة بفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato Leaf Roll Virus فإن النمو النباتى يكون عاديًّا تقريبًا. لمدة شهر من الزراعة، ثم يصبح بطيئًا؛ الأمر الذى يترتب عليه صغر فى حجم النباتات المصابة مقارنة بالسليمة، وتظهر أثناء ذلك أعراض

الإصابة التى تتمثل فى اكتساب الأوراق السفلى للنبات ملمسًا جلديًّا، مع سهولة تقصفها والتفافها إلى أعلى، بينما تصبح الأوراق العليا شاحبة اللون، وتلتف حوافها إلى أعلى.

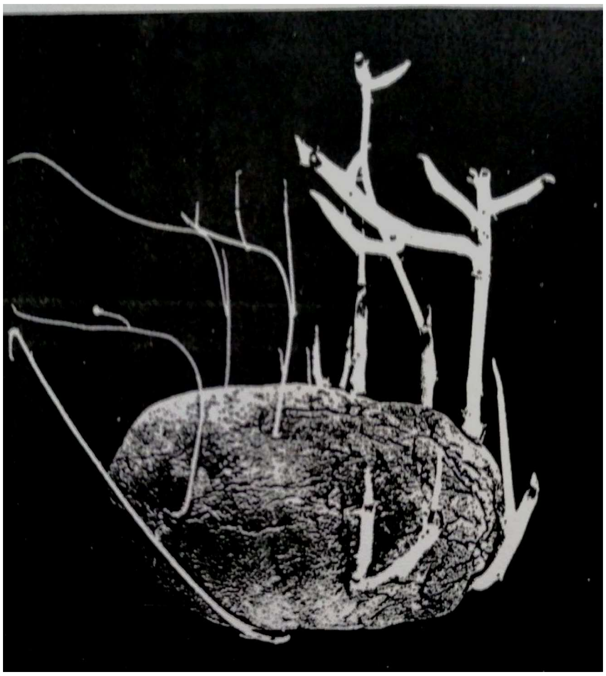
أما إذا انتقل الفيرس إلى النباتات فى الحقل بواسطة حشرة المن، فإن الأعراض لا تظهر غالبًا إلا على الأوراق العليا فقط، وخاصة الوريقات القاعدية منها؛ حيث تلتف حوافها إلى أعلى حول العرق الوسطى، وتصبح خضراء شاحبة اللون أو مصفرة، وتتجه إلى أعلى.

وترجع صلابة الأوراق وزيادة سمكها فى النباتات المصابة إلى تراكم الغذاء المصنع فيها على صورة نشا، وعدم انتقاله إلى أعضاء التخزين؛ الأمر الذى قد يحدث بسبب التلف الجزئى للحاء فى النباتات المصابة.

وتختلط أعراض الإصابة بهذا الفيرس مع أعراض الإصابة بعدد من أمراض الجذور؛ مثل: الذبول الفيوزارى، والقشرة السوداء؛ لأن معظم أمراض الجذور تجعل أوراق النبات العليا ملتفة، لكن الإصابة بهذا الفيرس تجعل الأوراق الملتفة قرطاسية الشكل، كما تكون صلبة وغير متهدلة.

وتؤدى الإصابة بالفيرس إلى تحلل أنسجة اللحاء فى الساق والدرنات، وتظهر الإصابة على شكل تحلل شبكى داخلى Internal Net Necrosis فى القطاع العرضى للدرنة، ولكن هذا العرض لا يظهر فى كل الحالات، كما أنه قليل الظهور فى الأصناف الحديثة من البطاطس.

ومن الأعراض المميزة لإصابة الدرنات — وخاصة تلك التى يظهر بها تحلل شبكى داخلى — أن نمواتها الجديدة تكون رفيعة ورهيفة وطويلة Spinding (شكل ٣–١).



شكل (٣-١): تكوين نموات طويلة ورفيعة؛ بسبب إصابة الدرنة بفيرس التفاف أوراق البطاطس وتَحلل نسيج اللحاء فيها. هذا.. وتزداد شدة الأعراض بزيادة شدة الإضاءة، وبارتفاع الحرارة بين ١٦ ْم و٢٨ ْم.

انتقال الفيرس والعوامل المؤثرة فى انتشار الإصابة

تبدأ الإصابة فى الحقل من زراعة تقاو مصابة، أو من النباتات المصابة التى تنتج من إنبات درنات مصابة تركت فى الحقل من محصول سابق.

وينتقل الفيرس فى الحقل بواسطة من الخوخ الأخضر *Myzus persicae*. تكتسب الحشرة الفيرس فى خلال ٣٠ دقيقة من تغذيتها على نبات مصاب، وتمر بعد ذلك فترة حضانة لمدة يومين، تصبح بعدها الحشرة قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة، يمر خلالها الفيرس إلى الجهاز الهضمى للحشرة، ثم إلى غددها اللعابية؛ حيث ينتقل الفيرس مع السائل اللعابى للحشرة إلى العائل عند تغذيتها عليه، وتظهر أعراض المرض بعد النقل الحشرى للفيرس بنحو ٣٠-٤٠ يومًا عند إصابة النباتات وهى صغيرة، ونحو

٤٠–٦٠ يومًا عند إصابتها وهى كبيرة. ويصل الفيرس للدرنة بعد نحو ٨–١٠ أيام من إصابة النموات الخضرية.

تبقى الحشرة قادرة على نقل الفيرس — بعد اكتسابها له — طوال حياتها، ولكن الفيرس لا ينتقل من طور الحشرة البالغ إلى نسلها.

ويكون انتقال الفيرس من نبات إلى آخر فى الحقل أو من حقل لآخر بواسطة الطور المجنح للحشرة، والذى يعيش — عادة — لمدة ثلاثة أسابيع. كما أن الطور غير المجنح يمكن أن ينتقل ببطء إلى النباتات المجاورة وينقل إليها الفيرس (Univ. Calif. ١٩٨٦).

كذلك تنقل حشرة من البطاطس *Macrosiphum euphorbiae* فيرس التفاف أوراق البطاطس، ولكنها أقل خطورة فى هذا الشأن من حشرة منّ الخوخ الأخضر؛ لأن الفيرس يكون غير باقٍ (غير مثابر) nonpersistant فى منّ البطاطس، ولا تكون الحشرة قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة إلا مرة واحدة فقط — عادة — عقب كل تغذية لها على نبات مصاب.

ومن عوائل الفيرس الأخرى الطماطم والداتورة.

المكافحة

تلزم لمكافحة فيرس التفاف أوراق البطاطس مراعاة ما يلى:

١– استعمال تقاو معتمدة خالية من الفيرس فى الزراعة.

٢– يمكن التخلص كليًّا من الفيرس بوضع الدرنات على حرارة ٣٧٫٥ °م لمدة ٢٥ يومًا، ولكن هذا الإجراء لا يتبع تجاريًّا.

٣– مكافحة الحشائش التى قد تكون عائلاً للفيرس.

٤– التخلص من النباتات المصابة بمجرد اكتشافها، ويتعين فى حقول إنتاج التقاوى التخلص — كذلك — من ١٢ نباتًا من تلك التى تجاور كل نبات مصاب، بمعدل ثلاثة من كل جانب.

٥–يفيد الحصاد المبكر لحقول إنتاج التقاوى فى خفض نسبة الإصابة بالفيرس.

٦–المكافحة الكيميائية للمنّ.

تبدأ المكافحة الكيميائية للمنّ — لمنع انتشار فيرس التفاف أوراق البطاطس — عندما يصل عدد الأفراد غير المجنحة للحشرة فى الأوراق السفلى للنبات إلى ١٠ أفراد/١٠٠ ورقة فى الأصناف القابلة للإصابة، و٣٠٠ فرد/١٠٠ ورقة فى الأصناف العالية المقاومة (DiFonzo وآخرون ١٩٩٥)

ويستعمل فى مكافحة المنّ فى بداية حياة النباتات المبيدات الجهازية التى تضاف عن طريق التربة أو مع مياه الرى، كما قد ترش النباتات بالمبيدات. وتعطى المبيدات الجهازية مكافحة فعالة للمنّ وبعض الحشرات الأخرى لمدة لا تقل عن ٦–٨ أسابيع.

ومن المبيدات المستخدمة فى مكافحة المنّ ما يلى:

المادة الفعالة	المبيد
aldicrb	تمك ١٠ ج Temik 10 G
demeton-s-methyl	ميتاسيستوكس ٥٥ Metasystox 55
dimethoate	دايمثويت Dimethoate
disulfaton	دايسلفتون Disulfoton
	دايسستون بى ١٠ Disyston P-10
malathion	مالاثيون ٦٠ Malathion 60
malathion + pyrethrins	كروموسيد Cromocide
oxamyl	فايدت ١٠ ج Vydate 10 G
phorate	فوريت Phorate
pirimicarb	أفوكس Aphox
thiometon	إيكاتين Ekatin

٧– زراعة الأصناف المقاومة للفيرس:

تتباين أصناف البطاطس فى مستوى مقاومتها للفيرس بين قابلة للإصابة؛ مثل رصت بربانك Russet Burbank، ومتوسطة المقاومة؛ مثل كنيّبك Kennbec، وعالية

المقاومة؛ مثل كاسكيد Cascade، إلا أن هذه الأصناف تعد جميعها قابلة للإصابة — بنفس الدرجة — لمنّ الخوخ الأخضر (DiFonzo وآخرون ١٩٩٥).

وسواء أكانت الأصناف قابلة للإصابة، أم متوسطة المقاومة للفيرس أم عالية المقاومة للفيرس، فإن مستوى المقاومة يزداد كلما تقدمت النباتات فى العمر، وتقل معها احتمالات إصابة الدرنات الجديدة المتكونة بالفيرس (DiFonzo وآخرون ١٩٩٤).

وقد أمكن إكساب بعض الأصناف التجارية المرغوب فيها وسلالات التربية المتقدمة من البطاطس صفة المقاومة للفيرس بتحويلها وراثيًّا؛ وذلك بإدخال الجينات المسئولة عن تكوين الغلاف البروتينى للفيرس فيها بوسائل الهندسة الوراثية.

فيرس إكس البطاطس

يعرف فيرس إكس البطاطس Potato Virus X (اختصارًا: PVX) — كذلك — باسم الفيرس الكامن Latent Virus، ويسبب فى البطاطس مرض الموزايك الكامن Latent Mosaic.

الأعراض

تظهر الإصابة بالفيرس فى الجو البارد على صورة موزايك مصحوب بتجعد على سطح الورقة، ولكن هذه الأعراض تختفى عند ارتفاع درجة الحرارة وزيادة شدة الإضاءة. وإذا قطعت ساق النبات طوليًّا قد يلاحظ فيها تحلل فى أنسجة اللحاء.

وفى الإصابات الشديدة يحدث تحلل فى الوريقات على صورة نقط صغيرة، أو تحلل فى العروق، أو بين العروق، وقد يكون التحلل فى قمة النبات، وقد يمتد على شكل خطوط فى أعناق الأوراق وفى الساق، ولكن لا تموت النباتات المصابة.

وتؤدى إصابة بعض الأصناف الأوروبية القديمة (مثل: إبيكيور Epicure، وكنج إدوارد) بالفيرس إلى تحلل قمة النباتات وموتها عادة، كما يظهر فى درناتها تحلل فلينى.

وليس لهذا الفيرس — إن وجد منفردًا — أهمية كبيرة، ولكن خطورته تظهر إذا تواجد معه فى نفس النبات فيرس واى البطاطس PVY؛ حيث يكون الموزايك حينئذٍ شديدًا.

وقد قل انتشار فيرس إكس البطاطس كثيرًا بعد اللجوء إلى العقل الساقية المختبرة Virus-tested stem cuttings (اختصارًا: VTSC) لخلوها من الفيروسات، وذلك في برامج إنتاج التقاوى.

انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس من نبات إلى آخر فى الحقل ميكانيكيًّا بالملامسة، وعند تقطيع التقاوى، وعند تحرك العمال والآلات فى الحقل، كما ينتقل من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة عندما تتلامس جذورها أو أوراقها.

وذكر أن الفيرس ينتقل — كذلك — بواسطة نطاطات الأعشاب، وبواسطة جراثيم الفطر *Synchytrium endobioticum* مسبب مرض التثألل فى البطاطس، وعن طريق البذور الحقيقية.

ويكافح الفيرس بمراعاة ما يلى:

١- استعمال تقاو معتمدة خالية من الفيرس.

٢- استعمال الطائرات فى مكافحة الآفات لتجنب انتقال الفيرس ميكانيكيًّا فى الحقل من جراء ملامسة الآلات الزراعية للنباتات.

٣- زراعة الأصناف المقاومة.

وقد أمكن إدخال صفة المقاومة للفيرس فى أصناف البطاطس التجارية المرغوب فيها وسلالات التربية المتقدمة بنقل الجينات المسئولة عن تكوين الغلاف البروتينى للفيرس إليها بطرق الهندسة الوراثية.

فيرس واى البطاطس

يطلق على فيرس Y البطاطس عدة أسماء؛ هى potato virus Y (اختصارًا: PVY) و rugose mosaic virus (rugose = مجعد)، و vein-banding mosaic virus. ويعد هذا الفيرس من أخطر فيروسات البطاطس فى مصر، وخاصة فى العروة الخريفية.

وتعرف عدة مجموعات من سلالات الفيرس تُحدِث فى البطاطس أعراضًا مختلفة؛ ومن أمثلتها:

١- مجموعة السلالات العادية common strains، أو مجموعة PVY^0.

٢- مجموعة سلالات تحلل العروق tobacco veinal necrosis strains، أو مجموعة PVY^N.

٣- مجموعة التخطيط المنقط stipple-streak strains، أو مجموعة PVY^c.

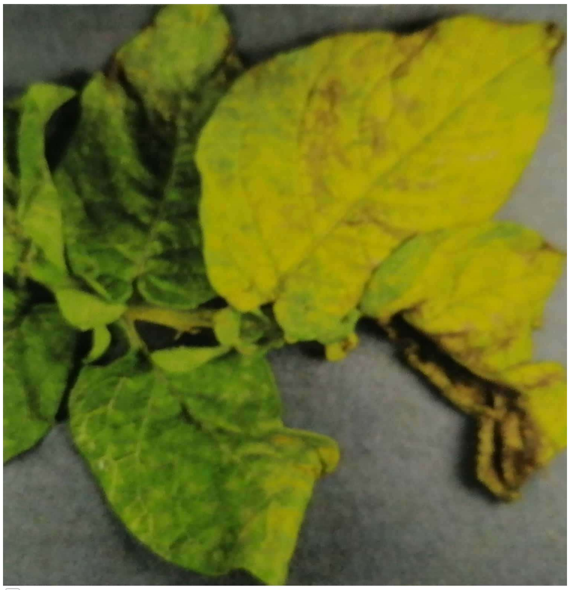
وأكثر السلالات شيوعًا هى التى من مجموعة تحلل العروق.

الأعراض

إن الأعراض الأولى للإصابة بسلالات مجموعة تحلل العروق PVY^N group هى ظهور تبرقش خفيف إلى خفيف جدًّا، ولكن الأعراض الثانوية تكون أوضح، وعلى صورة تبرقش متوسط إلى شديد. أما أعراض الإصابة بسلالات المجموعة العادية PVY^o group فهى تقزم النباتات، وتجعد الأوراق وتغضنها، مع سهولة تقصفها (عن Van der Zaag ١٩٩١).

وعمومًا.. فإن النباتات المصابة تتقزم بشدة، وتصبح الأوراق الحديثة مجعدة ومشوهة، وتكون أحيانًا مبرقشة (شكل ٣-٢). وقد تظهر على السيقان وعلى العروق فى السطح السفلى للأوراق خطوط رفيعة متحللة، وتصبح الأوراق وأعناقها سهلة التقصف، وتموت الأوراق تدريجيًّا مع تقدم عمر النبات؛ وبذا تموت النباتات مبكرة. وتظهر على الدرنات المصابة بقع بنية باهتة ذات مركز أسود، وتكون الدرنات المنتجة صغيرة الحجم (شكل ٣-٣).

ويصيب الفيرس عديدًا من الحشائش والمحاصيل المزروعة، وخاصة من الباذنجانيات.



شكل (٣-٢): أعراض التبرقش على أوراق بطاطس مصابة بفيرس واى البطاطس.



شكل (٣-٣): أعراض الإصابة بفيرس واى البطاطس على درنات البطاطس.

انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس بواسطة منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* ومنّ البطاطس *Macrosiphum euphorbiae* وأنواع عديدة أخرى من المنّ دون أن ينتقل إلى جهازها الهضمى والدورى. وتكون الحشرة قادرة على نقل الفيرس بمجرد تغذيتها على نبات مصاب، ولكن قدرتها هذه لا تدوم إلا لعدد محدود من مرات التغذية؛ لأن الفيرس يختفى بسرعة من أجزاء فم الحشرة، ويلزم لها اكتساب الفيرس من جديد من نبات مصاب؛ لكى تصبح قادرة على نقله إلى النباتات السليمة مرة أخرى.

وينتقل الفيرس — كذلك — بالوسائل الميكانيكية

ويكافح الفيرس بمراعاة ما يلى:

١–استعمال تقاو معتمدة خالية من الفيرس.

٢–زراعة الأصناف المقاومة.

وقد أمكن نقل صفة المقاومة للفيرس إلى الأصناف التجارية المرغوب فيها وسلالات التربية المتقدمة؛ وذلك بإدخال الجينات المسئولة عند تكوين الغلاف البروتينى للفيرس فيها بطرق الهندسة الوراثية.

٣– مكافحة المنّ فى حقول البطاطس.

أدت المعاملة بالمركب بيمتروزين Pymetrozine إلى إضعاف قدرة أفراد منّ الخوخ الأخضر الحامل للفيرس على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة بنسبة ٦٥٪، ولكنه لم يؤثر فى قدرة المنّ على اكتساب الفيرس (Harrewijn & Piron ١٩٩٤).

واستخدمت الزيوت المعدنية البستانية فى مكافحة فيرس Y البطاطس والفيروسات الأخرى غير المتبقية (Yang وآخرون ٢٠١٩)، وناقش المرجع طبيعة تأثيرها.

فيرس أى البطاطس

يعرف المرض كذلك باسم التجعد أو التغضن Crinkle، أو موزايك البطاطس المعتدل Potato Mild Mosaic Virus.

الأعراض

تؤدى الإصابة بفيرس A البطاطس Potato Virus A (اختصارًا: PVA) منفردًا إلى جعل الأوراق مجعدة قليلاً، وتأخذ لونًا اخضر باهتًا، وتصبح صغيرة الحجم، وقد تلتف حوافها، كما قد تظهر بقع متحللة فى أوراق بعض الأصناف. ويزداد ظهور أعراض الإصابة فى الجو البارد الرطب. وإذا أصيبت النباتات بفيرس X مع فيرس A، فإن الأوراق يظهر عليها تبرقشات وتجعدات واضحة.

انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس بواسطة منّ الخوخ الأخضر ومَنّ البطاطس، وعديد من أنواع المنّ الأخرى، ويحمل الفيرس على قليم stylet الحشرة دون أن ينتقل إلى جهازها الهضمى والدورى؛ فلا تبقى الحشرة قادرة على نقل الفيرس إلى النباتات السليمة إلا لفترة قصيرة بعد تغذيتها على نبات مصاب.

ويكافح الفيرس بمراعاة ما يلى:

١- استخدام تقاوٍ معتمدة خالية من الفيرس.

٢- مكافحة حشرة المنّ.

٣- الحصاد المبكر.

٤- زراعة الأصناف المفرطة الحساسية، وكذلك الأصناف المقاومة، وهى كثيرة.

وتتميز بعض الأصناف بحساسيتها المفرطة للفيرس؛ حيث تظهر مناطق مصفرة فى قمة النباتات وأوراقها العليا، ثم تتحلل وتموت، ويموت النبات كله، وتكون هذه النباتات غير منتجة؛ ولذا.. فإنها تحسب منيعة ضد الفيرس؛ لأنها لا تنتج محصولاً من الدرنات يمكن أن ينقل مع الفيرس إلى زراعات جديدة. ومن أمثلة هذه الأصناف أب-تو-ديت، وإبيكيور Epicure (عن Rich ١٩٨٣).

فيرس إس البطاطس

من أهم أعراض الإصابة بفيرس S البطاطس Potato Virus S (اختصارًا: PVS) أن النمو النباتى يصبح أقل اندماجًا عن المعتاد. وعندما تتقدم النباتات فى العمر تتجعد الأوراق القمية وتنحنى لأسفل، كما ترتخى السيقان. ويصاحب هذه الأعراض أحيانًا ظهور تبرقش خفيف، وتموجات بسيطة فى الأوراق فى بعض الأصناف. ويظهر فى أصناف أخرى لون برونزى على السطح السفلى للأوراق، وتتحلل بعض أنسجة الورقة. كما يقل قليلاً حجم الدرنات.

ينتقل الفيرس ميكانيكيًّا، ويكافح بزراعة تقاو خالية من الإصابة، وبزراعة الأصناف المقاومة.

فيرس إف البطاطس

يطلق على فيرس F البطاطس Potato Virus F (اختصارًا: PVF) أيضًا اسم فيرس أكيوبا acquba. وتؤدى الإصابة إلى إحداث اصفرار فى الأوراق، وبرقشة فى قمة النباتات، كما تظهر على الدرنات بقع بنية متعرجة.

ينتقل الفيرس بالوسائل الميكانيكية، ويكافح بزراعة تقاو سليمة.

فيرس إم البطاطس

يكنى فيرس إم البطاطس Potato Virus M (اختصارًا: PVM) بأسماء أخرى كثيرة؛ منها Potato Paracrinkle Virus. ومن أهم أعراض الإصابة بالفيرس ظهور مساحات مصفرة بالأوراق وتموجات فى حوافها، واصفرار بين العروق، وشفافية فى العروق، وبقع متحللة وتخطيط فى السيقان.

ينتقل الفيرس ميكانيكيًّا، كما تنتقل بعض سلالاته بواسطة حشرة منّ الخوخ الأخضر؛ وذلك بعد ٢–٣ أيام من تغذيتها على النباتات المصابة.

فيرس موزايك البرسيم الحجازى

الأعراض

تعرف أعراض المرض الذى يسببه فيرس موزايك البرسيم الحجازى Alfalfa Mosaic Virus (اختصارًا: AMV) فى البطاطس باسم المنقط Calico، وتتميز بوجود تلطخ أو تبرقش أصفر شاحب إلى برّاق فى الأوراق (شكل ٣-٤). كما يظهر أحيانًا تحلل وتشوه بالأوراق يمكن أن يمتد إلى السيقان وربما إلى الدرنات.

ويبدأ تحلل الدرنات تحت البشرة مباشرة عند الطرف القاعدى، ثم ينتشر فى مختلف أنسجة الدرنة محدثًا بها بقعًا فلينية متناثرة، وتكون الدرنات المصابة مشوهة ومتشققة.

انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس أساسًا بواسطة المنّ، وهو ليس من الفيروسات المتبقية، كما ينتقل ميكانيكيًّا.

لا تفيد — كثيرًا — مكافحة المنّ فى المكافحة الفيرس، ولكن تجب عدم زراعة حقول البطاطس إلى جوار البرسيم الحجازى، مع استعمال تقاو خالية من الفيرس فى الزراعة.



شكل (٣-٤): أعراض الإصابة بفيرس موزايك البرسيم الحجازى

فيرس تحلل التبغ

الأعراض

من أهم أعراض الإصابة بفيرس تحلل التبغ Tobacco Necrosis Virus على الدرنات تكوّن بقع بنية فاتحة أو قاتمة تظهر فيها شقوق شبكية، وتقرحات تتحول تدريجيّا إلى بقع غائرة قاتمة اللون.

انتقال الفيرس ومكافحته

ينتقل الفيرس بواسطة الفطر *Olpidium brassicae*؛ الذى يمكنه إصابة جذور البطاطس، ولكنه لا يتطفل على الدرنات.

ويكافح المرض باتباع دورة زراعية مناسبة لا يدخل فيها الخس والكنتالوب (القاوون) اللذان يصابان بالفطر (ينقل الفطر إلى الخس فيرس البرعم الكبير lettuce big vein virus، وينقل إلى القاوون فيرس بقع القاوون المتحللة Melon Necrotic Spot Virus)، ومكافحة الحشائش التى يمكن أن تأوى الفيرس أو الفطر الناقل له.

فيرس خشخشة التبغ

يعرف المرض الذى يحدثه فيرس خشخشة التبغ Tobacco Rattle Virus — كذلك — باسم Potato Spraing، والبقع الفلينية الحلقية Corky Ring Spot. يُحدث الفيرس تقزمًا وتشوهًا فى النموات الخضرية، وتحللا داخليًّا فلينيًّا فى الدرنات.

ينتقل الفيرس بواسطة بعض الأنواع النيماتودية من جنسى *Trichodorus*، و *Paratrichodours*. وتبقى النيماتودا التى تتغذى على نباتات حاملة للفيرس معدية طوال حياتها التى قد تمتد لمدة خمس سنوات، ولكنها لا تنقله إلى نسلها (Parry ١٩٩٠).

فيرس حلقة الطماطم السوداء

الأعراض

يعرف المرض الذى يحدثه فيرس حلقة الطماطم السوداء Tomato Black Ring Virus فى البطاطس باسم بوكيه البطاطس Potato Bouquet؛ ومن أهم أعراضه ظهور

بقع متحللة على الأوراق، وتشوهات، واكتسابها شكلاً فنجانيًّا، كما تكون النباتات متقزمة، ومن هذا العرض جاءت تسمية المرض، بالاسم "بوكيه".

انتقال الفيرس ومكافحته

تعرف سلالتان فسيولوجيتان مختلفتان من الفيرس؛ هما: سلالة طراز الفيرس type form وتنتقل بواسطة النيماتودا *Longidorus attenuatus*، وسلالة طراز تبقع البنجر الحقلى beet ring spot form، وتنقلها النيماتودا *L. elongatus*.

ويكافح الفيرس باستعمال تقاو معتمدة فى الزراعة، ومكافحة الحشائش، والنيماتودا، واتباع دورة زراعية مناسبة.

فيرس ممسحة القمة

ينتشر فيرس ممسحة القمة (موب توب) Mop Top Virus فى غرب أوروبا وبيرو، ويُحدث اصفرارًا وتقزمًا فى النموات الخضرية، وتزاحمًا فى الأوراق، ونقطًا أو مساحات صغيرة صفراء بالأوراق فى بعض الأصناف، وتحللاً داخليًّا فى الدرنات.

ينتقل الفيرس بواسطة الفطر *Spongspora subterranea* الذى يسبب — كذلك — للبطاطس مرض الجرب المسحوقى. ويعيش الفيرس فى جراثيم الفطر لمدة عام واحد على الأقل. كما ينتقل الفيرس ميكانيكيًّا.

ويكافح الفيرس بمكافحة مرض الجرب المسحوقى، وبزراعة الأصناف المقاومة؛ مثل كنج إدوارد.

فيرس ذبول الطماطم المتبقع

ينتقل فيرس ذبول الطماطم المتبقع tomato spotted wilt virus بواسطة حشرة التربس. تظهر على الأوراق المصابة بقع متحللة تكون فيها — غالبًا — حلقات دائرية مركزية بنية اللون (شكل ٣–٥). وإذا حدثت الإصابة مبكرًا فإن ساق النبات بما تحمله من أوراق تأخذ لونًا بنيًّا وتموت (شكل ٣–٦). ويظهر بالدرنات المصابة بالفيرس تلون بنى داخلى (شكل ٣–٧).

وللفيرس مدى عوائل واسع جدًّا، يتضمن الطماطم والفلفل.

ويكافح المرض بتجنب الإصابة بالتربس ومكافحته.



شكل (٣-٥): أعراض الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع على أوراق البطاطس.



شكل (٣-٦): أعراض الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع على نبات البطاطس فى مرحلة متأخرة من الإصابة.



شكل (٣-٧): أعراض الإصابة بفيرس ذبول الطماطم المتبقع على درنات البطاطس

فيرويد الدرنة المغزلية

يسبب فيرويد الدرنة المغزلية Spindle Tuber Viroid مرض الدرنة المغزلية. والفيرويد رنا (آر إن أى) حرّ، وليس دنا (دى إن أى) ذا غلاف بروتينى كالفيروسات، وهو ينتشر فى أمريكا الشمالية، ودول الاتحاد السوفيتى السابق، وجنوب أفريقيا.

الأعراض

من أهم أعراض الإصابة على الأوراق أنها تكون أكثر اخضرارًا بدرجة بسيطة، كما يحدث التواء فى الوريقات وتكون زاوية تفرعات الساق أكثر حدة. تزداد الأعراض ظهورًا فى الحرارة العالية، وقد تختفى فى الحرارة المنخفضة.

يأخذ الفيرويد اسمه من الأعراض التى يحدثها فى الدرنات التى تبدو طويلة ومغزلية الشكل، ومدببة من أحد طرفيها أو من كليهما. وتكون عيون الدرنات المصابة أكثر عددًا، واكثر وضوحًا ولها "حواجب" بارزة. ويكون جلد الدرنات الحمراء بطبيعتها أكثر احمرارًا.

انتقال الفيرويد

ينتقل الفيرويد ميكانيكيًّا بسهولة بكل الوسائل التى يتم من خلالها تداول درنات ونباتات البطاطس، كما ينتقل بواسطة نوعَى المنّ *Myzus persicae*، و *Macrosiphum*

euphorbiae — على قليم الحشرة — وربما بواسطة أنواع أخرى من المنّ كذلك. كما ينتقل الفيرويد بواسطة نطاطات الأعشاب .*Melanoplus* spp، والخنافس البرغوثية *Epitrix cucumeris*، و *Systena taeniata*، وحشرة الليجس *Lygus pratensis*، ويرقات خنفساء كلورادو *Leptinotarsa decemlineata* وخنفساء الأوراق *Disonycha triangularis*.

كذلك ينتقل الفيرويد عن طريق حبوب اللقاح التى تنتجها نباتات مصابة، وتظهر الإصابة على النباتات والدرنات التى تنتجها. وتبلغ كفاءة انتقال الفيرويد بواسطة البذور التى تنتج على نباتات مصابة ٢٨,٦٪ (Kryczynski وآخرون ١٩٩٢).

المكافحة

يكافح فيرويد الدرنة المغزلية بمراعاة ما يلى:

١- زراعة تقاو معتمدة، وتّجَنُّب تقطيعها للحد من انتشار الفيرس أثناء عملية التقطيع.

٢- مكافحة الحشرات جيدًا، ويحسن أن تكون المكافحة بالطائرات لتجنب انتشار الفيرس فى الحقل.

الفيتوبلازما

تعيش الفيتوبلازما phytoplasma وهى بكتيريا بدون جدر خلوية — فى لحاء نباتات البطاطس، وتؤدى إلى نقص المحصول وجودة الدرنات. وتؤدى المعاملة بحامض السلسيلك إلى حث النظام الدفاعى فى النبات ضد الفيتوبلازما؛ مما يؤدى إلى تقليل أعراض الإصابة بها، وتحفيز انتقال الغذاء المجهز، وتحسين جودة الدرنات، ويكون ذلك مصاحبًا — عند المعاملة بتركيز ٠,٠٠١ مللى مول من حامض الأبسيسك — بزيادة فى محتوى كل من فوق أكسيد الأيدروجين، وحامض الأسكوربيك، مع نقص فى نشاط إنزيم البيروكسيديز (Sánchez-Rojo وآخرون ٢٠١١).

ميكوبلازما اصفرار الأستر

الأعراض

يعرف المرض الذى تحدثه ميكوبلازما اصفرار الأستر Aster Yellows Mycoplasma — كذلك — باسم القمة القرمزية Purple-top. ومن أهم أعراض الإصابة به: التفاف الأوراق القمية، واكتسابها لونًا قرمزيًّا، أو أصفر، وذبولها، وتقزم النباتات. ويكون التلون القرمزى للوريقات فى الأصناف التى تحتوى بطبيعتها على صبغة الأنثوسيانين الحمراء، بينما تصبح الأوراق القمية للنباتات الخالية من هذه الصبغة صفراء اللون.

تفقد النباتات المصابة سيادتها القمية، وتنمو براعمها الإبطية، كما تظهر بها درنات هوائية، وقد تذبل النباتات المصابة، وتتحلل عند قاعدة الساق، كما قد تتحلل جذورها، وتموت مبكرًا. أما الدرنات التى تنتجها النباتات المصابة فتكون طرية وإسفنجية، وقد يظهر بها تحلل عند طرفها القاعدى.

انتقال الميكوبلازما ومكافحتها

تنتقل الميكوبلازما المسببة لمرض اصفرار الأستر بواسطة نطاطات الأوراق من النوع *Macrosteles fascifrons*، وبعض الأنواع الأخرى. ولا تنتقل الميكوبلازما ميكانيكيًّا.

ويكافح المرض بمكافحة نطاطات الأوراق، والتخلص من الحشائش فى حقول البطاطس وحولها، وعدم زراعة البطاطس إلى جوار عوائل مسبب المرض الهامة؛ مثل البرسيم (عن Rich ١٩٩٣).

ميكوبلازما مقشة العرافات

تُحْدِث ميكوبلازما مقشة العرافات Witches' Broom Mycoplasma فى البطاطس مرضًا يعرف بالاسم ذاته، وهو ينتشر فى أوروبا، وأمريكا الشمالية، وأستراليا، والصين.

الأعراض

تنتج النباتات المصابة عديدًا من السيقان الرفيعة الرهيفة، وتكون الأوراق بسيطة وصغيرة وقطيفية الملمس. ويكون إنتاج النبات للأزهار غزيرًا، وقد تتكون درنات هوائية، أما الدرنات الأرضية فتكون كثيرة العدد ولكنها صغيرة جدًّا، وقد تتكون على صورة سلسلة على شكل عقد على امتداد المدادات الأرضية، وغالبًا ما تنبت هذه الدرنات وهى مازالت فى الأرض دون أن تمر بفترة سكون؛ معطية عددًا كبيرًا من النموات الجديدة الرفيعة والرهيفة.

لهذه الميكوبلازما عدة عوائل؛ منها: الطماطم، والبرسيم الحجازى.

انتقال ميكوبلازما مقشة العرافات

تنتقل الميكوبلازما المسببة لهذا المرض عن طريق الدرنات المصابة، ولكنها لا تنتقل ميكانيكيًّا، كما تنتقل بواسطة عدة أنواع من نطاطات الأوراق.

ويكافح المرض باستعمال تقاو معتمدة خالية من مسبب المرض، ومكافحة نطاطات الأوراق والحشائش.

الفصل الرابع

الآفات النيماتودية ومكافحتها

تصاب البطاطس بعدة أنواع نيماتودية؛ منها ما يصيب السيقان والأوراق، ومنها ما يصيب الدرنات، ومنها ما يصيب الجذور.

نيماتودا تعقد الجذور

تتبع نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes الجنس *Meloidogyne*؛ وهى تصيب درنات وجذور النبات معًا. وتحدث الإصابة عُقَدًا جذرية وثآليل على الدرنات شكل (٤-١)؛ مما يجعلها غير صالحة للتسويق، كما تؤدى الإصابة إلى تدهور نوعية الشبس والبطاطس المحمرة المحضرة منها.

وتختلف الاحتياجات الحرارية لأنواع هذه النيماتودا؛ فبينما يناسب النوع *M. hapla* حرارة مقدارها ٢٥ ْم، فإن الأنواع *M. javanica*، و *M. incognita*، و *M. arenaria* يناسبها أن يكون متوسط درجة الحرارة أعلى من ذلك؛ لذا ينتشر النوع الأول فى المناطق الباردة، بينما تنتشر الأنواع الأخرى فى المناطق الدافئة من العالم.

كذلك تصاب البطاطس بنيماتودا تعقد الجذور من النوع *M. chitwoodi* (وهى التى يطلق عليها اسم نيماتودا تعقد الجذور الكولومبية Colombia root-knot nematodes)؛ الذى يتواجد فى كولومبيا، وبعض الدول التى تستورد منها تقاوى البطاطس؛ مثل هولندا. تصيب هذه النيماتودا الجذور والدرنات، وعلى خلاف الأنواع النيماتودية *M. incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria*، فإن النوع *M. chitwoodi* لا يحدث عقدًا جذرية، ولكنه يُحدث عقدًا درنية على سطح الدرنات، ويتسبب فى دكنة لون أنسجة الدرنة حول كتل البيض التى تكونها أنثى النيماتودا. ومثل هذه الدرنات لا تصلح للتسويق الطازج، أو للتصنيع. وتعرف سلالتان من *M. chitwoodi*: سلالة ١ تصيب الجزر ولا تصيب البرسيم الحجازى، وسلالة ٢ تصيب البرسيم الحجازى ولا تصيب الجزر، وتصيب كلتاهما الذرة

والحبوب الرفيعة، وغيرهما من النجيليات التى لا تصاب — عادة — بالأنواع النيماتودية الأخرى.

تتوفر المقاومة لنوعى النيماتودا *M. chitwoodi*، و *M. hapla* فى النوع *S. bulbocastanum*، الذى أمكن تهجينه مع البطاطس *S. tuberosum* عن طريق دمج البروتوبلازم؛ بهدف نقل صفة المقاومة لنوعى النيماتودا منه إلى البطاطس (Brown وآخرون ١٩٩٥).

ولمزيد من التفاصيل عن نيماتودا تعقد الجذور فى البطاطس ومكافحتها.. يراجع Univ. Calif. (١٩٨٦).



شكل (٤–١): أعراض الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور على درنات البطاطس.

النيماتودا الذهبية، والنيماتودا المتحوصلة

تنتشر النيماتودا الذهبية Golden Nematode، والنيماتودا المتحوصلة Cyst Nematode التى تصيب البطاطس فى أنحاء متفرقة من العالم، وأهم أنواعها *Globodera*

rostechiensis (النيماتودا الذهبية)، و *G. pallida* (نيماتودا البطاطس المتحوصلة). وتعد النيماتودا الذهبية من أخطر الأنواع التى تصيب البطاطس.

تؤدى الإصابة إلى تقزم النباتات وإنتاج سيقان ضعيفة ورهيفة، واصفرار الأوراق، وقد تذبل النباتات فى الأوقات الحارة من النهار، ثم تعود إلى حالتها الطبيعية ليلاً. ويكون النمو الجذرى للنباتات المصابة ضعيفاً، والجذور صغيرة، وليفية، وشديدة التفرع وتكثر بها حوصلات النيماتودا (شكل ٤-٢).

كما تؤدى الإصابة بنيماتودا الحوصلات إلى خفض امتصاص النباتات لعناصر النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم؛ الأمر الذى يؤدى إلى ظهور أعراض نقص أى منها على النباتات. كذلك تؤثر شدة الإصابة بالنيماتودا سلبيًّا على كلٍ من: إنتاج النباتات الكلى من المادة الجافة، ومحصول الدرنات، ويرتبط هذا التأثير بكلٍ من النمو الخضرى وكفاءته فى الاستفادة من الضوء؛ ويتباين مدى التأثير بتباين قوة النمو الخضرى الطبيعى للصنف؛ حيث يكون فى الأصناف القوية النمو الخضرى بطبيعتها أقل وضوحًا مما فى الأصناف التى تكون ضعيفة النمو (Trudgill ١٩٩٢).

كانت هذه النيماتودا تكافح فى السابق — أساسًا — باتباع دورة زراعية ثلاثية، ولكن يُعتمد حاليًا فى مكافحتها على زراعة الأصناف المقاومة، وهى كثيرة؛ الأمر الذى أدى إلى الحد من خطورة هذه الآفة (Evans & Brodie ١٩٨٠).



شكل (٤-٢): أعراض الإصابة بالنيماتودا المتحوصلة على جذور البطاطس.

نيماتودا الساق

تُصاب سيقان وأوراق البطاطس بنيماتودا الساق stem nematode من نوع *Ditylenchus dipsaci*، وتنتشر الإصابة بها فى غرب أوروبا. وتُحدث هذه النيماتودا أضرارها بفعل إنزيمات خاصة تفرزها تسمى Pectolytic enzymes. وتعمل هذه الإنزيمات على المواد البكتينية؛ حيث تُحلل الصفيحة الوسطى بين الخلايا، وتُمكِّن النيماتودا من المرور خلال النسيج المصاب. تُحدث الإصابة تشوهات بالنمو الخضرى، كما تصاب الدرنات أيضًا باعتبارها سيقانًا، وتتوغل فيها النيماتودا؛ مما يؤدى إلى تعفنها. ويعرف هذا المرض باسم عفن البطاطس potato rot.

نيماتودا عفن البطاطس

تسبب نيماتودا عفن البطاطس Potato-rot nematode مرض عفن الدرنات Potato-rot disease؛ وهى تعرف بالاسم العلمى *Ditylenchus destructor*.

تحدث الإصابة من خلال العيون أو العديسات، وتبقى سطحية، لكن الدرنات قد تتعفن نتيجة للإصابة بكائنات أخرى ثانوية. تكون أوراق النباتات المصابة صغيرة، وتميل إلى الاصفرار قليلاً. أما الدرنات المصابة فتظهر بها ثقوب رفيعة، تزداد فى المساحة، إلى أن تصبح مناطق رمادية اللون، لا تلبث أن تجف وتتشقق، وتمتد هذه الأعراض فى داخل الدرنة كذلك. وقد تكون هذه الأعراض باديةً للعين عند الحصاد، وقد تتطور أثناء التخزين؛ حيث تتشابه الأعراض — حينئذٍ— مع أعراض العفن الجاف الفيوزارى.

أنواع نيماتودية أخرى تصيب الجذور

من أهم الأنواع النيماتودية الأخرى التى تصيب جذور البطاطس ما يلى:

١– نيماتودا الجذور القصيرة الغليظة Stubby Root Nematodes:

من أمثلتها .*Trichodorus* spp، و .*Paratrichodorus* spp، وهما ينقلان إلى النبات فيرس خشخشة التبغ. ويعرف من هذين الجنسين أكثر من ١٢ نوعًا قادرة على

نقل الفيرس إلى البطاطس، وجميعها من المتطفلات الخارجية، وتنتشر فى الأراضى الرملية (Evans & Trudgill ١٩٧٨).

٢- نيماتودا تعقد الجذور الكاذبة False Root Knot Nematodes: أهم أنواعها *Nacobbus aberrans*، وهى قليلة الانتشار، وتحدث عقدًا جذرية.

٣- نيماتودا تقرح الجذور Root Lesion Nematodes: أهم أنواعها *Paratylenchus penetrans*.

٤- النيماتودا الخنجرية Dagger Nematodes: أهم أنواعها *Xiphinema americanum*.

٥- النيماتودا الدبوسية Pin Nematodes: تتبع الجنس *Paratylenchus*.

٦- النيماتودا الكلوية Reniform Nematodes: أهمها النوع *Rotylenchulus reniformis*:

تُحدث هذه النيماتودا تقزمًا للنباتات، وتشوهًا بالدرنات التى تكثر بها المناطق الفلينية، ويتوسبر جلدها بشدة.

٧- نيماتودا التقزم Stunt Nematodes: تتبع الجنس *Tylenchorhynchus*.

٨- النيماتودا الحلزونية Spiral Nematodes: تتبع الجنس *Helioctylenchus*. (عن Hooker ١٩٨١).

مكافحة الأنواع المختلفة من النيماتودا

لمكافحة مختلف أنواع النيماتودا تجب مراعاة ما يلى:

١- استعمال تقاوٍ معتمدة خالية من الإصابة.

٢- زراعة الأصناف المقاومة متى وجدت.

٣- المكافحة الكيميائية:

تستخدم فى المكافحة الكيميائية مبيدات متنوعة؛ منها ما يلى:

المادة الفعالة	المبيد
aldicarb	تمك ١٠ ج Temik 10 G
oxamyl	فايدت ١٠ ج Vydate 10 G

وفى مصر يوصى بمكافحة نيماتودا تعقد الجذور، ونيماتودا التقرح، والنيماتودا الكلوية بأحد المبيدات التالية:

فيورازد كيمول ١٠٪ محبب بمعدل ١٣ كجم/فدان.

فيوردان ١٠٪ محبب بمعدل ١٣ كجم/فدان.

موكاب ١٠٪ محبب بمعدل ٣٠ كجم/فدان.

يستعمل أى من هذه المبيدات "تكبيشًا" مع التقاوى عند الزراعة، ثم تروى الأرض مباشرة.

كما توصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (١٩١٨) بمكافحة نيماتودا تعقد الجذور بالمبيدات التالية: تيرفيجو — فايدت— نيمايوك.

كذلك توصى اللجنة بمكافحة نيماتودا التقرح باستعمال المبيدات التالية:

تيرفيجو — موكاب — نيماثورن — نيمايوك.

٤- المكافحة الحيوية:

يلعب الفطران *Verticillium leptobacterium*، و *Purpureocillium lilacinum* دورًا فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا التحوصل؛ حيث أدت المعاملة بأى من الفطرين – منفردًا – إلى زيادة النمو ومحصول الدرنات، وإلى مكافحة كل من نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*، ونيماتودا التحوصل *Globodera pallida* بنسب تراوحت بين ٦٠٪، و٨٠٪ (Hajji وآخرون ٢٠١٧).

الفصل الخامس

الآفات الحشرية والأكاروسية ومكافحتها

دودة درنات البطاطس وفراشة درنات البطاطس

تعرف دودة درنات البطاطس Potato Tuberworm بالاسم العلمى *Phthorimaea operculella*، بينما تعرف الحشرة الكاملة — وهى رمادية إلى سوداء اللون — باسم فراشة درنات البطاطس Potato Tubermoth، وهى من آفات البطاطس الهامة.

الأضرار

تتزاوج الحشرة الكاملة وتصنع بيضها على النموات الخضرية أو الدرنات طوال موسم النمو، لكنها تفضل النموات الخضرية على الدرنات. وعندما يدخل النمو الخضرى فى مرحلة الشيخوخة — سواء أكان ذلك طبيعيًّا أو باستعمال المجففات — بينما الدرنات متاحة للحشرة — فإنها تضع بيضها فى عيون الدرنات أو قريبًا منها. وبعد فقس البيض تحفر اليرقات فى الأوراق والسيقان وأعناق الأوراق محدثة أنفاقًا غير منتظمة الشكل، ثم تواصل اليرقات عمل الأنفاق حتى تصل إلى داخل الدرنات. ولا ينتج عن إصابة النمو الخضرى — عادة — نقصًا جوهريًّا فى المحصول، إلاّ أن الدرنات المصابة تفقد صلاحيتها للتسويق، وقد تصل الخسائر فى المخزن إلى ١٠٠٪، وخاصة فى المخازن عبر المبردة.

تصيب هذه الحشرة نباتات البطاطس بشدة فى العروة الصيفية خلال شهرى مارس وأبريل، وتقل الإصابة كثيرًا فى العروة الخريفية، كما أنها تصيب الدرنات فى المخازن والنوالات، وتتشوه الدرنات المصابة، وتصبح غير صالحة للتسويق، وتزيد الإصابة بالحشرة من فرصة إصابة الدرنات بالكائنات الدقيقة المسببة للعفن.

يحدث الضرر من الطور اليرقى؛ وهو ديدان صغيرة يبلغ طولها ١٠–١٥ ملليمترًا، ولونها أبيض باهت أو مصفر ولون رأسها بنى (شكل ٥–١)، وقد تكون فى مراحل

نموها المتأخرة وردية اللون أو ضاربة إلى الخضرة. وتُحْدِث الديدان الحديثة الفقس بقعًا باهتة فى سطح الأوراق. وفى الإصابات الشديدة تنكمش الأوراق المصابة وتلتف إلى أعلى (شكل ٥-٢).

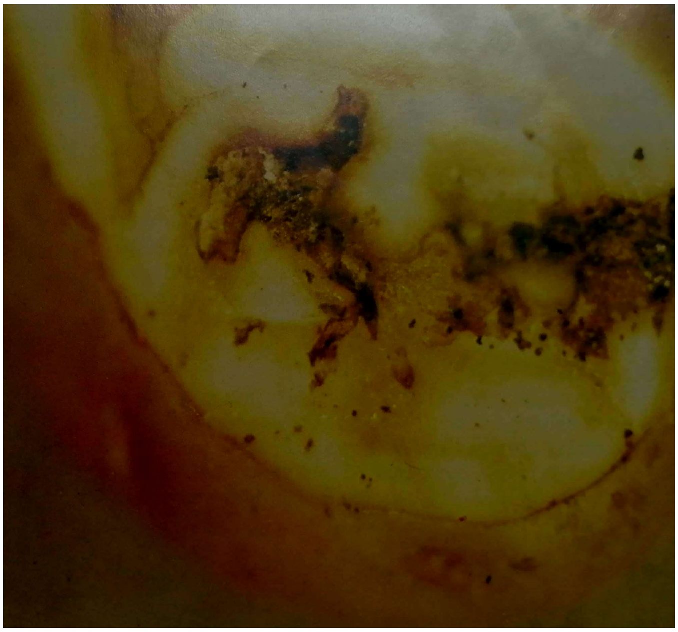


شكل (٥-١): يرقة دودة درنات البطاطس على عنق الورقة.



شكل (٥-٢): أضرار دودة درنات البطاطس على النمو الخضرى للبطاطس.

وتتغذى اليرقات تحت جلد الدرنة مباشرة فى بداية الأمر، ولكنها سريعًا ما تحفر فيها أنفاقًا عميقة يبلغ قطرها حوالى ٣ مم. ومع إخراج اليرقات والنموات الفطرية الثانوية، فإن هذه الأنفاق تصبح بمضى الوقت سوداء اللون. وقد تصبح عيون الدرنات المصابة وردية اللون (شكل ٥-٣).



شكل (٥-٣): أضرار دودة درنات البطاطس بالدرنات.

دورة الحياة

تكمل الحشرة دورة حياتها صيفًا فى خلال ٣-٤ أسابيع، وتقضى نصف هذه الفترة فى الطور اليرقى. ولا يمكن للبيض أن يفقس فى حرارة تقل عن ١٠ ْم، كما لا يمكن للحشرة أن تنشط فى التغذية والتكاثر فى حرارة تقل عن ١٦ ْم، ولكن يمكن ليرقات الحشرة البالغة أن تعيش لفترة طويلة فى حرارة قريبة من درجة التجمد دون أن تنشط.

ويتراوح المجال المناسب لنشاط الحشرة بين ٢٧ ْم و٣٥ ْم؛ حيث تفقس اليرقات خلال ٣-٤ أيام من وضع البيض. وتبدأ اليرقات حفر أنفاقها فى النسيج النباتى الذى

تتواجد عليه بعد فقسها مباشرةً، وبعد أسبوع واحد تبدأ فى البحث عن مكان مناسب لتتعذر؛ حيث تتحول العذراء إلى حشرة كاملة خلال ٣–٥ أيام ما بقيت الحرارة فى المجال المناسب. وتبدأ الحشرة الكاملة فى وضع البيض من جديد خلال يومين إلى ثلاثة أيام فقط، وتستمر فى وضع البيض لمدة ٤–٩ أيام؛ حيث يمكن للأنثى الواحدة أن تضع خلال تلك الفترة حوالى ٥٠–٢٠٠ بيضة.

ولذا.. نجد أن دورة حياة الحشرة لا تستغرق فى المجال الحرارى المناسب أكثر من ٢٠–٢٥ يومًا تضع خلالها الحشرة ٥٠–٢٠٠ بيضة؛ ويعد ذلك معدلاً عاليًا جدًّا لتكاثر الحشرة. ومع انخفاض درجة الحرارة عن المجال المناسب تزداد الفترة التى تلتزم لاستكمال دورة حياة الحشرة؛ حيث تصل المدة إلى ٥٤ يومًا فى حرارة ١٨°م.

تضع الحشرة بيضها مفردًا أو فى مجاميع على النموات الخضرية، والتربة، وبقايا النباتات، والدرنات غير المغطاة بالتربة. وبيض الحشرة بيضاوى الشكل ذو لونٍ أبيض إلى أصفر، ويبلغ قطر البيضة حوالى ٠,٥ ملليمترًا (شكل ٥–٤).

يفقس البيض معطيًا يرقات صغيرة يبلغ طولها ١٠–١٥ ملليمترًا؛ وهى — كما أسلفنا — تكون فى بداية الأمر بيضاء باهتة اللون أو مصفرة، لون رأسها بنى، ثم تصبح فى مراحل نموها المتأخرة وردية اللون أو ضاربة إلى الخضرة. تنتقل اليرقات ببطء لمسافات قصيرة خلال شقوق التربة إلى أن تصل إلى الدرنات. ولا تصل اليرقات إلى الدرنات أبدًا بالحفر داخل أنسجة النبات، على الرغم من أنها تصنع أنفاقًا شفافة غير منتظمة الشكل بالأوراق.

أما العذارى، فإنها بنية اللون، يبلغ طولها حوالى ٦ مم، وتحاط بشرنقة حريرية، وتتواجد على بقايا نباتات البطاطس، وعلى النباتات والدرنات، وكذلك فى مخازن البطاطس.

يبلغ طول الحشرة الكاملة حوالى ١٠ ملليمترات — ١٢ ملليمترًا، ويبلغ عرضها عند امتداد أجنحتها حوالى ١٥ مم. والأجنحة الأمامية لونها رمادى فاتح ومنقطة بنقط صغيرة سوداء، بينما تأخذ الأجنحة الخلفية لونًا أبيض باهتًا (شكل ٥–٥).

لا تطير الحشرة الكاملة إلا ليلاً، بينما تختبئ نهارًا تحت النباتات أو أى جسم صلب.



شكل (٥-٤): بيض دودة درنات البطاطس.



شكل (٥-٥): فراشة درنات البطاطس.

المكافحة

تصعب مكافحة فراشة درنات البطاطس، ويعتمد المزارعين على المبيدات الحشرية على نطاق واسع. وبعد الحصاد يمكن للحشرة أن تستمر فى البقاء على الدرنات فى المخزن، وعلى النباتات المتروكة فى الحقل، أو التى تنمو كحشائش، وكذلك على النباتات الباذنجانية الأخرى.

ويُعد استعمال الأصناف المقاومة مع المكافحة الكيميائية والبيولوجية واتباع الممارسات الزراعية المناسبة ضرورة للمكافحة الجيدة للحشرة (Rondon ٢٠١٠).

ولمكافحة دودة درنات البطاطس تجب مراعاة ما يلى:

أولاً: فى الحقل

١- التبكير فى زراعة العروة الصيفية قدر الإمكان؛ تجنبًا للإصابة الشديدة فى مارس وأبريل.

٢- تفضل الزراعة فى الأراضى الخفيفة.

٣- يحسن أن تكون الزراعة عميقة؛ حتى تتكون الدرنات عميقًا فى التربة، مع تغطية الشقوق عند العزق، علمًا بأن الدرنات التى توجد على عمق ٥ سم لا تصل إليها اليرقات.

٤- التخلص من الحشائش التى تصاب بالحشرة؛ مثل الداتورة.

٥- يفيد الرى بالرش فى سدّ شقوق التربة ومنع وصول اليرقات إلى الدرنات.

٦- عدم تأخير الحصاد عما يلزم لاستكمال نضج الدرنات، مع عدم ترك المحصول على الأرض بعد الحصاد أكثر مما ينبغى، وخاصة أثناء الليل.

٧- يمكن استعمال المصائد الفرمونية لتقدير شدة الإصابة الحشرية فى الحقل (عن Univ. Calif. ١٩٨٦).

٨- جمع الأوراق المصابة بدودة درنات البطاطس وحرقها.

٩- زراعة الأصناف المقاومة.

وجد Berlinger وآخرون (١٩٩٢) اختلافات بين أصناف البطاطس فى مدى قابليتها للإصابة بدودة درنات البطاطس. ومن بين الأصناف التى أظهرت مقاومة لا بأس بها: أيلزا Ailsa، وإسكورت Escort، وبلانكا Blanka، وكنج إدوارد King Edward، ورصت بربانك Russet Burbank. كما وجد ارتباط عالٍ بين إصابة النمو الخضرى وإصابة الدرنات فيما عدا فى الصنف فريزيا Frisia؛ الذى كانت نمواته الخضرية شديدة القابلية للإصابة، بينما انخفضت نسبة الإصابة فى درناته إلى ٨,٤٪.

١٠- المكافحة الكيميائية:

أوصى فى مصر بمكافحة دودة درنات البطاطس بالرش بمجرد ظهور الإصابة، ثم كل أسبوعين بعد ذلك بأحد المبيدات أو البدائل التالية بالتناوب:

زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، أو زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب، أو زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد من أى منها/١٠٠ لتر ماء، أو زيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء.

دايبل ٢ إكس ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ٢٠٠ جم/فدان.

بروتكتو ٣٢٠٠٠ وحدة/مجم مسحوق بمعدل ٣٠٠ جم/فدان.

سوميثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ١,٥ لتر/فدان.

سليكرون ٧٢٪ مستحلب بمعدل ٧٥٠ مل (سم٣)/فدان.

توكثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/ فدان.

ويجب إيقاف الرش بالمبيدات قبل الحصاد بعشرة أيام.

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (٢٠١٨) بمكافحة دودة درنات البطاطس فى الحقل باستعمال المبيدات التالية: أفانت — أفوست — بروتكتو — بيدلايس — بينى — تريسر — داى أب — دايبل ٢ إكس — دلتا راب — رنر — روكسى — سوميثيون كزد — كوراجن — ماتش — ملاثيون — ملاسون/كورماندل — هاى دوكس — هويانج.

ثانيًا: فى النوالات

عمومًا.. يفضل التخزين فى الثلاجات عنه فى النوالات، لكن إذا أجرى التخزين فى النوالات، تجب مراعاة ما يلى:

١– التخلص من الدرنات المصابة بعد الحصاد، مع الإسراع فى نقل الدرنات السليمة إلى المخازن فى نفس يوم الحصاد؛ لتفادى وضع الفراشات عليها.

٢– تطهر المخازن قبل استعمالها بمستحلب السولار والصابون بمعدل لتر سولار، و٥٠ جم صابونًا مع نصف لتر ماء، على أن يخفف المستحلب بالماء بنسبة ١: ٤. ويكفى كل لتر من المستحلب المخفف لرش ٤ م^{٢} من المخزن. ويلى ذلك مباشرة إغلاق المخزن لمدة أربعة أيام، على ألا يستعمل إلا بعد جفاف محلول الرش.

٣- استعمال المصائد الضوئية والفيرمونية داخل النوالات.

٤- وضع شِبَاك سلكية رفيعة على فتحات النوالات؛ لمنع دخول الفراشات.

٥- تعفير الدرنات المخزنة لأجل استعمالها كتقاو بالسوميثيون ٣٪ أو الأكتلك ٢٪ بمعدل ٣ كجم لكل طن من الدرنات، أو السيفين بمعدل ١,٥ كجم/طن. تفحص الدرنات بعد شهر من المعاملة، وتستبعد الدرنات المصابة، ثم يكرر التعفير.

كما أوصى فى مصر باستعمال أحد المبيدات التالية فى النوالات:

دلفين ٣٥٠٠٠ وحدة بمعدل ٣ كجم/طن من الدرنات.

دايبل ٢ إكس ٣٢٠٠٠ وحدة/ مجم مسحوق بمعدل ١٥٠ جم/طن من الدرنات.

بروتكتو ٣٢٠٠٠ وحدة/ مجم مسحوق بمعدل ١٥٠ جم/طن من الدرنات (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧).

المكافحة الحيوية

تُكافح فراشة درنات البطاطس — فى الحقل والنوالات فى مصر باستخدام كلاً من الفيرس *Granulosis virus*، والبكتيريا *Bacillus thuringiensis* (عن نشرة لمركز البطاطس الدولى فى كفر الزيات — ١٩٩٧)، ويُستدل من دراسات Sewify وآخرين (٢٠٠٠) أن استعمال الفيرس والبكتيريا معًا يمكن أن يكون له تأثير تداؤبى فى مكافحة الحشرة ويقلل من تركيز الفيرس الذى يلزم المكافحة.

كذلك كُوفحت فراشة درنات البطاطس *Phthorimaea operculella* بالرش بالجراثيم الكونيدية للسلالة IRAN 1020C من الفطر *Homuraea rileyi* بتركيز ٤,٢ ×١٠ ^{٣} كونيديات/ مل فى ظروف البيت المحمى (Khorrami وآخرون ٢٠١٨).

دودة ورق القطن

تصاب البطاطس — بشدة — بدودة ورق القطن فى العروة الخريفية، وخاصة شهرى سبتمبر وأكتوبر وتكافح الحشرة بمراعاة ما يلى:

١- إحاطة حقل البطاطس بالجير الحىّ؛ لمنع وصول الديدان إليه.

٢- جمع اللطع وحرقها.

٣- استعمال المصائد الفرمونية لخفض الإصابة.

٤- الرش عند ظهور الإصابة بأحد المبيدات المناسبة بالمعدلات الموضحة قرين كلٍ منها — لكل ٤٠٠ لتر ماء — كما يلى:

لانيت ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم	لانيت ٢٠٪ بمعدل ٢,٥ لتر.
نيودرين ٢١,٦٪ بمعدل ١,٢٥ لتر	نيودرين ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم.
جارودنا ٧٠ بمعدل ٢,٥ لتر	ريلدان ٥٠٪ بمعدل لتر واحد.
سليكرون ٧٢٪ مستحلب بمعدل ٧٥٠ مل.	

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (١٩١٨) بمكافحة دودة ورق القطن باستعمال المبيدات التالية: إيماتوكس — بيتافانت — بيرودان — صنيورون — كابريس — كويك — ماتش — ميثوميت — نومولت.

المـن

تصاب البطاطس بعدة أنواع من المن تمتص العصارة من النباتات، وقد تؤدى إلى موتها إذا كانت صغيرة، هذا فضلاً على نقلها عديدًا من الأمراض الفيروسية.

يعتبر منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae* من أهم أنواع المنّ التى تصيب البطاطس، وهو ينقل إليها فيرس التفاف أوراق البطاطس، وفيروسات أخرى. وتزداد الإصابة بالمن فى فترتين؛ هما: منّ يناير إلى مارس، ومنّ سبتمبر إلى أكتوبر.

ويكون شكل الطور غير المجنح لحشرة منّ الخوخ الأخضر مسحوبًا (يشبه دمعة العين) ويكون لونه أخضر فاتحًا، مع وجود بعض الأفراد الوردية اللون. ويلى منّ الخوخ الأخضر فى الأهمية منّ البطاطس.

ويكافح المنّ بمراعاة ما يلى:

١- إزالة الحشائش.

٢- رش حواف الحقل.

٣- علاج البؤر المصابة فقط.

٤- أوصى فى مصر بمكافحة المنّ بإحدى المعاملات التالية:

إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد / ١٠٠ لتر ماء.

ديترجنت سائل بمعدل ١,٥ لترًا/١٠٠ لتر ماء.

زيت كيميسول ٩٥ مستحلب، أو زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، أو زيت مصرونا ٩٤٪ مستحلب، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

زيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

مارشال ٢٥٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

مالتوكس ٥٧٪ مستحلب بمعدل ٢٥٠ مل (سم^{٣})/ ١٠٠ لتر ماء.

كاثيون ٥٧٪ مستحلب بمعدل ٣١٢,٥ مل (سم^{٣})/ ١٠٠ لتر ماء.

ريلدان ٥٠٪ مستحلب بمعدل ١٢٥ مل (سم^{٣})/ ١٠٠ لتر ماء.

بريمور ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٧٥ جم/١٠٠ لتر ماء.

أكتيلك ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٣٧٥ مل (سم^{٣})/ ١٠٠ لتر ماء.

ملاثيون ٥٧٪ مستحلب بمعدل ٢٥٠ مل/ ١٠٠ لتر ماء.

سوميثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل ٣٧٥ مل (سم^{٣})/ ١٠٠ لتر ماء.

تكون أول رشة عند ظهور الورقة الأولى، ثم يكرر الرش أسبوعيًّا بأحد المبيدات المذكورة أو بدائلها، وتستمر المكافحة حتى قبل الحصاد بنحو ١٥ يومًا. يحتاج الفدان إلى نحو ٤٠٠

لتر من محلول الرش عند استعمال موتور الرش، و٢٠٠ لتر فقط عند استعمال الرشاشة الظهرية.

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (٢٠١٨) باستخدام المبيدات التالية فى مكافحة المن: أجرى فليكس — اكتارا — إيميدازد — بلانش — تربوبرد — تشيس — تيبيكى — جاوشو — ريلدان — سينودور — كاليبسو — كروزر ماكس بوتيتو — كلوزر — ليبنويد — مونسرين جى — نافيجاتور.

ولمزيد من التفاصيل يراجع Radcliffe & Ragsdale (٢٠٠٢) بخصوص المن كناقل للفيروسات، وطرق مكافحته.

الذبابة البيضاء

تقوم الذبابة البيضاء بامتصاص عصارة النباتات، وتشتد الإصابة فى العروة الخريفية. وتكافح الحشرة بالرش بأحد المبيدات المناسبة؛ مثل الأكتيلك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لترًا للفدان، أو بالسيليكرون ٧٢٪ بمعدل ٧٥٠ مل (سم^{٣})/٤٠٠ لتر ماء للفدان.

ومن البدائل الموصى بها لمكافحة الذبابة البيضاء فى مصر، ما يلى:

زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وزيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/ ١٠٠ لتر ماء.

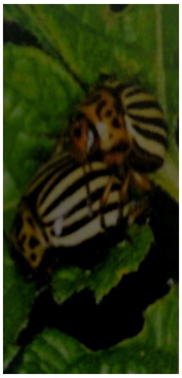
زيت طبيعى ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل/١٠٠ لتر ماء.

بيوفلاى ٣ × ١٠ ^{٧} وحدة/مل (سم^{٣}) معلق بمعدل ١٠٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل ١,٥ لتر/١٠٠ لتر ماء.

خنفساء كلورادو

تعرف خنفساء كلورادو Colorado potato bettle بالاسم العلمى *Leptinotarsa decemlineata*، وهى من آفات البطاطس الهامة (شكل ٥–٦).



شكل (٥-٦): خنفساء كلورادو

ومن أهم الوسائل لمكافحة خنفساء كلورادو — غير المكافحة بالمبيدات — ما يلى:

١- المكافحة بالوسائل الزراعية والفيزيائية.

تشتمل الوسائل الزراعية والفيزيائية على اتباع دورة زراعية تمنع التزايد فى عشائر الخنفساء شريطة أن تكون الحقول معزولة جيدًّا. ويُفيد استخدام اللهب فى قتل أفراد الخنفساء، ويُعد أفضل وقت لذلك هو ما بين الإنبات ووصول النباتات إلى ٢٠ سم طولاً، لأن النباتات الأطول من ذلك توفر حماية للخنفساء من اللهب. يمكن كذلك استعمال الأغطية النباتية الطافية. واستخدمت كذلك الآلات التى تسحب الحشرة بالتفريغ (بالشفط) عند مرورها فوق خطوط الزراعة.

٢- زراعة الأصناف المقاومة.. هذا إلاّ إنه لا تتوفر أصناف مقاومة بصورة جيدة غير الأصناف المهندسة وراثيًّا.

٣- استخدام الأعداء الطبيعية، إلاّ أن تلك الأعداء قليلة التواجد فى حقول البطاطس بسبب الاستخدام المفرط للمبيدات، ولكن — وحتى فى الزراعات العضوية التى يزيد فيها الأعداء الطبيعية — فإنها لا تُعطى مكافحة كاملة للخنفساء. وتُعرف من الأعداء مفترسات مثل خنافس أبو العيد، ومتطفلات، مثل الزنبور *Edovum puttleri*.

٤- المستخلصات النباتية botanicals:

من أمثلة التحضيرات التجارية التى تحتوى على مستخلصات نباتية وتستخدم فى مكافحة خنفساء كلورادو مركب الروتينون Rotenone، وهو الذى يخلط غالبًا بالبيرثرم pyrethrum ليكون القتل سريعًا. ونظرًا لخطورة الروتينون على الأسماك والحياة البرية، فإنه لا يُسمح باستخدامه فى الزراعات العضوية إلاّ فى حالات الضرورة. ومن مبيدات المستخلصات الأخرى النيم الذى يتوفر منه عدة تحضيرات تجارية.

٥- المبيدات البيولوجية biopesticides:

وهى المبيدات التى تحتوى على كائنات حية دقيقة، مثل البكتيريا *Bacillus thuringiensis* (مثل التحضيرات: M-One، و Novodor)، والفطر *Beauveria bassiana* (مثل التحضير التجارى: Mycotrol) وبعض النيماتودا المتطفلة (مثل تحضيرات تجارية من *Heterorhabditis* spp.) (Kupper ٢٠٠٣).

الديدان السلكية

يتبع الديدان السلكية Wireworms عدة أنواع، منها *Limonius californicus*، و *L. canus*، و *Ctenicera pruinia*، وجميعها تتشابه فى المظهر العام؛ فهى ديدان أسطوانية تقريبًا رفيعة وطويلة، ذو لون بنى ضارب إلى الصفرة، وجلد ناعم وقوى. ويعرف الطور البالغ منها باسم الخنفساء المطقطقة Click Beetle؛ وهى بنية إلى سوداء اللون.

الأضرار

قد تحفر الديدان فى درنة التقاوى أو فى السيقان الحديثة التكوين، وغالبًا ما تتعرض الأنسجة فى مواقع الضرر للإصابات الفطرية والبكتيرية؛ مما يؤدى إلى عفن قطعة التقاوى أو ضعف النباتات المتكونة منها. وأثناء موسم النمو تحفر الديدان السلكية داخل الدرنات المتكونة. وتكون مواقع دخولها على شكل ثقوب دائرية يبلغ قطرها حوالى ٢-٣ ملليمترات، وتبدو الدرنات المصابة كما لو كانت قد ثقبت بمسمار. وتكون هذه الأنفاق — عادة — مستقيمةً، وقد تكون عميقة أو سطحيةً، كما تبطن — عادةً — بالبيريدرم؛ ولذا.. فإنها نادرًا ما تصاب بالفطريات.

دورة الحياة

تحتاج معظم أنواع الديدان السلكية إلى نحو ٣–٤ سنوات لكى تكمل دورة حياتها، وتقضى معظم تلك الفترة فى الطور اليرقى، ولكن جميع الأطوار قد تتواجد فى وقت واحد أثناء موسم النمو.

تنتقل اليرقات إلى أعلى وإلى أسفل؛ تبعًا لدرجة الحرارة والرطوبة الأرضية، ولكنها تقضى معظم موسم نمو البطاطس فى السنتيمترات القليلة السطحية من سطح التربة. وإذا تجاوزت الحرارة فى الطبقة السطحية من التربة ٢٧ ْم فإنها تتعمق فى التربة. وعندما يكون الشتاء قارس البرودة، فإنها قد تصل فى التربة إلى عمق ٦٠ سم، ثم تعود إلى الطبقة السطحية عندما ترتفع حرارتها إلى ١٠ ْم. تحدث معظم الأضرار للبطاطس من جراء نشاط اليرقة خلال العامين الثانى والثالث من تطورها.

تتعذر اليرقة فى التربة، وتخرج الحشرة الكاملة عادة فى الربيع، وتضع الإناث بيضها فى التربة.

تعيش الديدان السلكية على عديد من العوائل؛ وهى تتواجد غالبًا بعد النجيليات حتى ولو لم تظهر الإصابة فى حقل النجيليات أثناء نموها.

المكافحة

تكافح الديدان السلكية بالمعاملة بالمبيدات إما قبل الزراعة — على كل المساحة أو فى خنادق — وإما بعد الإنبات سَرًّا إلى جانب خطوط الزراعة. وفى جميع الحالات تجب تغطية المبيد وقلبة فى التربة إلى العمق المطلوب (Univ. Calif. ١٩٨٦).

حفار ساق الباذنجان

تثقب اليرقات سيقان النباتات وفروعها الغضة؛ مما يؤدى إلى اصفرار الأوراق وذبولها وجفافها، وتوقف نمو السيقان أو موتها. وتُميز الإصابة بوجود ثقوب فى السيقان؛ تخرج

منها نشارة خشب الساق مخلوطًا بفضلات الحشرة. وإذا أصيبت الدرنات، فإنها تتعفن وتأخذ لونًا أسود. تشتد الإصابة بالحشرة خلال الفترة من أبريل إلى يونيو.

ولمكافحة الحشرة يراعى إزالة النباتات المصابة والتخلص منها. ويعتبر الرش لمكافحة دودة درنات البطاطس علاجًا كذلك لحفار ساق الباذنجان.

الحفار

يسبب الحفار خسارة كبيرة لمحصول البطاطس، خاصة فى الأراضى الخفيفة. تقرض الحشرة سيقان النباتات من أسفل سطح التربة، مما يؤدى إلى ذبولها. ويكافح الحفار بالطعم السام المكون من ١,٠ كجم مارشال ٢٥٪، أو ١,٢٥ لتر هوستاثيون ٤٠٪، أو ١,٢٥ لتر تمارون ٦٠٠، أو ١,٥ لتر أندرين ١٩,٥٪ يضاف إلى ١٥–٢٠ كجم أرز أو جريش ذرة، مع كمية من الماء (حوالى ٢٠–٣٠ لترًا) تكفى لعمل الجريش. وينثر الطعم السام يدويًّا بين الخطوط عند الغروب، وبعد رى الأرض. وينصح باستعمال الطعم السام وقائيًّا فى الأراضى الصفراء المسمدة جيدًا بالأسمدة العضوية، وفى الأراضى الموبوءة يوضع الطعم السام تكبيشًا بين قطع التقاوى.

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (٢٠١٨) باستعمال المبيدات التالية فى مكافحة الحفار: بيريبان إيه — دورسبان إتش — دومانيت — كلورزان — كلورفوس — كلوروبلاس.

الدودة القارضة

تعرف الدودة القارضة بالاسم العلمى *Agrotis ipsilon*، ويتراوح طولها بين ٢,٥ سم و ٥ سم، ولها مظهر شحمى، ولون بنى باهت إلى رمادى، وتلتف حول بعضها حينما تتعرض لأى خطر.

تؤدى الإصابة بالدودة القارضة إلى اصفرار الأوراق وذبول النباتات، وتكون بداية الإصابة فى شهر إبريل.

لا تنشط الدودة القارضة فى التغذية إلا ليلاً، بينما تختفى خلال النهار فى شقوق التربة، وتحت الكتل الترابية، وبين النباتات على سطح التربة. وعندما يكون سطح التربة مغطى جيدًا بالنموات النباتية، فإن الحشرة تختفى تحت الغطاء النباتى على سطح التربة. وعلى الرغم من أن الديدان القارضة تتغذى غالبًا على النموات الخضرية، إلا أنها تقرض أحيانًا ثقوبًا سطحية فى الدرنات المكشوفة، أو تقطع سيقان النباتات الصغيرة بالقرب من سطح التربة.

وتكافح الدودة القارضة بمراعاة ما يلى:

١- الحرب الجيد، وترك الأرض معرضة لأشعة الشمس بعد الحرث.

٢- جمع اليرقات التى تكون مختبئة فى التربة أسفل النباتات المصابة وإعدامها.

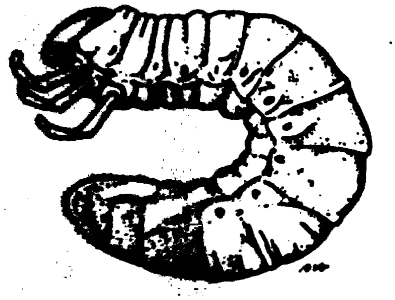
٣- استخدام طعم سام يتكون من ١,٢٥ كجم هوستاثيون ٤٠٪، أو ١,٠ كجم مارشال ٢٥٪ أو ١,٢٥ لتر تمارون ٦٠٠ يضاف إلى ٢٥ كجم نخالة (ردة) ناعمة، مع ٣٠ لتر ماء (١,٥ صفيحة). وينثر الطعم بالقرب من قاعدة النبات عند الغروب.

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (٢٠١٨) باستخدام المبيدات التالية فى مكافحة الدودة القارضة: إفكت باور — اكتافوس — إكسون — أنجيو — إيجى ثرين — بالسار — بستبان — بيتافوس — ثوب ستار — دورسيل — سيليان — فانتكس — كامكرون — كلورفان — نيوباور.

يرقات الجعال

تنتمى يرقات الجعال White Grubs إلى عدة أنواع؛ من أهمها خنفساء الجزر *Bothynus gibbosus*، وخنفساء يونيو ذو العشرة خطوط *Polyphylla decemlineata*.

تلتوى يرقات الجعال عادة على شكل حرف C (شكل ٥-٧). ويتكون معظم الجسم من بطن أبيض نصف شفاف، وجزء رمادى باهت عند طرفه. اما الرأس والأرجل فهى سوداء. ويبلغ طول اليرقة عند اكتمال نموها حوالى ٣ سم. وتتعذر اليرقات فى التربة.



شكل (٥-٧): يرقة الجعال **White Grub**.

تقرض اليرقات أجزاءً كبيرة من الدرنة التى تسمد بكميات كبيرة من الأسمدة العضوية. ويتعين لمكافحة هذه اليرقات كمر الأسمدة العضوية المضافة إلى التربة — مع الأسمدة الكيميائية — لمدة ٢٠-٣٠ يومًا قبل الزراعة.

العنكبوت الأحمر

يطلق اسم العنكبوت الأحمر على العنكبوت الأحمر ذى البقعتين Two-spotted spider mite، وهو يعرف بالاسم العلمى *Teranychus urticae*.

الأضرار

يُحدث العنكبوت الأحمر أضراره من خلال امتصاصه للعصارة من خلايا البشرة؛ حيث تظهر على الأوراق المصابة مناطق صفراء يتغير لونها تدريجيًّا إلى البنى الضارب إلى الحمرة، وازديادها فى المساحة، مع زيادة شدة الإصابة إلى أن تغطى معظم سطح الورقة التى سرعان من تجف. وعادةً لا تكتشف الإصابة بالعنكبوت الأحمر قبل ظهور تلك المناطق البنية المحمرة بالأوراق.

الظروف المناسبة للإصابة

تزداد شدة الإصابة فى الجو الحار الجاف؛ حيث تتواجد عدة مئات من هذا الحيوان على الورقة الواحدة.

وتُحمل الآفة إلى الحقول السليمة مع الرياح، وخاصة تلك المثيرة للأتربة والرمال؛ ولذا تبدأ الإصابة — دائمًا — فى جانب الحقل الذى تأتى منه الرياح، والمجاور للطرق غير المرصوفة التى تأتى منها الأتربة.

المكافحة

يفيد الرى بالرش فى خفض أضرار العنكبوت الأحمر بزيادة الرطوبة حول النباتات؛ الأمر الذى لا يناسب الآفة (Univ. Calif. ١٩٨٦).

ويكافح العنكبوت الأحمر فى حالة الإصابات الخفيفة بالرش بالكبريت الميكرونى بمعدل ٢ كجم للفدان. أما عند زيادة خطورة الإصابة، فإنه تلزم المعاملة بأحد المبيدات التالية:

الكلثين الزيتى ١٨,٥٪ بمعدل ٢٥٠ مل (سم٣)/ ١٠٠ لتر ماء.

الكلثين الميكرونى ١٨,٥٪ بمعدل ٢٥٠ جم/ ١٠٠ لتر ماء.

التديفول ٢٤,٥٪ بمعدل ٢٥٠ مل/ ١٠٠ لتر ماء.

فيرتميك ١,٨٪ مستحلب بمعدل ٤٠ مل (سم٣)/ ١٠٠ لتر ماء.

ومن البدائل الأخرى الموصى بها زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، وزيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، وزيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحدٍ/١٠٠ لتر ماء.

وتوصى لجنة مبيدات الآفات الزراعية (١٩١٨) بمكافحة العنكبوت الأحمر باستعمال المبيدات التالية: أسينابير — أفدال مكتين — أكوميك — أو بالتين — جات فاست — جولد — ديمكتين — شالنجر سوبر — فيرتيميك — كابيتول — كام ميك — كراتر — كونكورد — لاسيو — نوسبيدر.

مصادر الكتاب

روبرتس، دانيال أ.، وكارل و. بوثرويد (١٩٨٦). أساسيات أمراض النبات. ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرين. الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة – ٥٢٣ صفحة.

لجنة مبيدات الآفات الزراعية – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى (٢٠١٨). التوصيات المعتمدة لمكافحة الآفات الزراعية – جمهورية مصر العربية – ٣٥٥ صفحة.

وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٨٥). برنامج مكافحة الآفات موسم ١٩٨٥/٨٤ – ٢٥٩ صفحة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية (١٩٩٧). برنامج مكافحة الآفات الزراعية – ١٧٢ صفحة.

Abdelghafar, N. Y. and W. M. Abdelsayed. 1997. Biological control of bacterial soft rot of potato by using fluorescent pseudomonads. Arab Univ. J. Agr. Sci. 5 (2): 419-431.

Alaux, P. L., V. César, F. Naveau, S. Cranenbrouck, and S. Declerck. 2018. Impact of *Rhizophagus irregularis* MUCL 41833 on disease symptoms caused by *Phytophthora infestons* in potato grown under field conditions. Crop Prot. 107: 26-33.

Allen, E. J. 1978. Plant density, pp.278-326. In: P. M. Harris (Ed.). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Ammar, N. et al. 2017. Pythium leak control in potato using aqueous and organic extracts from the brown alga *Sargassum vulgare* (C. Agardh, 1820). Postharvest Biol. Technol. 130. 81-93.

Andreu, A. B., M. G. Guevara., E. A. Wolski, G. R. Dalco, and D. O. Caldiz. 2006. Enhancement of natural disease resistance in potatoes by chemicals. Pest Mang. Sci. 62 (2): 162-170.

Andrivon, D. 1995. Biology, ecology, and epidemiology of the potato late blight pathogen *Phytophthora infestans* in soil. Phytopathology 85 (10): 1053-1056.

Arif, M., L. Torrance, and B. Reavy. 1995. Acquisition and transmission of potato mop-top furovirus by a culture of *Spongospora subterranea* f. sp. subterranea derived from a single cystosorus. Ann. Appl. Biol. 126 (3): 493-503.

Arseneault, T., C. Goyer, and M. Filion. 2013. Phenazine production by *Pseudomonas* sp. LBUM223 contributes to the biological control of potato common scab. Phytopathology 103 (10): 995-1000.

Arseneault, T., C. Goyer, and M. Filion. 2015. *Pseudomonas fluorescens* LBUM223 increases potato yield and reduces common scab symptoms in the field. Phytopathology 105 (10): 1311-1317.

Atkinson, D., M. K. Thornton, and J. S. Miller. 2010. Development of *Rhizoctonia solani* on stems, stolons, and tubers of potatoes I. Effect of inoculum source. Amer. J. Potato Res. 87 (4): 374-381.

Autrique, A. and M. J. Potts. 1987. The influence of mixed cropping on the control of potato bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*). Ann. Appl. Biol. 111 (1): 125-133.

Bengtsson, T. et al. 2014. Activation of defense responses to *Phytophthora infestans* in potato by BABA. Plant Pathol. 63 (1): 193-202.

Bengtsson, T., A. Holefors, E. Liljeroth, M. Hultberg, and E. Andreasson. 2015. Biosurfactants have the potential to induce defence against *Phytophthora infestans* in potato. Potato Res. 58 (1): 83-90.

Berlinger, M. J., S. Mordechi, A. Nachmias, and L. Libesku. 1992. Susceptibility of potato cultivars to the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell. (In Hebrew With English Summary). Hassadeh 72 (7) 852-856.

Bokx, J. A., de. 1972. Viruses of potatoes and seed potato production. Center for Agricultural Publication and Documentation, Wageningen. 233 p.

Boogert, P. H. J. F. Van den and J. W. Deacon. 1994. Biotrophic mycoparasitism by *Verticillium biguttatum* on *Rhizoctonia solani*. Europ. J. Plant Phathol. 100 (2): 137-156.

Bowers, J. H., S. T. Nameth, R. M. Riedel, and R. C. Rowe. 1996. Infection and colonization of potato roots by *Vericillium dahliae* as affected by *Pratylenchus penetrans* and *P. crenatus*. Phytopathology 86: 614-621.

Brown, C. R., H. Mojtahedi and G. S. Santo. 1995. Introgression of resistance to Columbia and Northern root-knot nematodes from *Solanum bulbocastanum*.

Burke, O. D. 1960. Potato diseases and their control. The Penn. State Univ., College of Agric. Ext. Serv. Circ. No. 349. 24 p.

Burkhead, K. D., D. A. Schisler, and P. J. Slininger. 1994. Pyrrolnitrin production by biological control agent *Pseudomonas cepacia* B37w in culture and in colonized wounds of potatoes. Applied and Environmental Microbiology 60 (6): 2031-2039.

Burkhead, K. D., D. A. Schisler, and P. J. Slininger. 1995. Bioautography shows antibiotic production by soil bacterial isolates antagonistic to fungal dry rot of potatoes. Soil Biology & Biochemistry 27 (12): 1611-1616.

Clayton, R. C. and R. C. Shattock. 1995. Reduced fungicide inputs to control *Phytophthora infestans* in potato cultivars with high levels of polygenic resistance. Potato Res. 38 (4): 399-405.

Clinckemaillie, A. et al. 2017. The novel elicitor COS-OGA enhances potato resistance to late blight. Plant Pathol. 66 (5): 818-825.

Conway, W. S., C. E. Sams, and A. Kelman. 1994. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest disease through calcium applications. HortScience 29 (7): 751-754.

Cook, A. A. 1978. Diseases of tropical and subtropical vegetables and other plants. Hafner Pr., N. Y. 381 p.

Costa, J. M. and J. E. Loper. 1994. Derivation of mutants of *Erwinia carotovora* subsp. *betavasculorum* deficient in export of pectolytic enzymes with potential for biological control of potato soft rot. Applied and Environmental Microbilogy 60 (7): 2278-2285.

Daayf, F., L. Adam, and W. G. D. Fernando. 2003. Comparitive screening of bacteria for biological control of potato late blight (strain US-8), using in vitro, detached-leaves, and whole-plant testing systems. Canad. J. Plant Pathol. 25 (3): 276-284.

Davis, J. R., J. J. Pavek, D. L. Corsini, L. H. Sorensen, A. T. Schneider, D. O. Everson, D. T. Westermann, and O. C. Huisman. 1994. Influence of continuous cropping of several potato clones on the epidemiology of verticillium wilt of potato. Phytopathology 84 (2): 207-214.

Davis, J. R., J. C. Stark, L. H. Sorenson, and A. T. Schneider. 1994a. Interactive effects of nitrogen and phosphorus on verticillium wilt of Russet Burbank potato. Amer Potato J. 71 (7): 467-481.

Davis, J. R., O. C. Huisman, D. T. Westerman, S. L. Hafez, D. O. Everson, L. H. Sorensen, and A. T. Schneider. 1996. Effects of green manures on verticillium wilt of potato. Phytopathology 86: 444-453.

Debbarma, S., S. Zacharia, and S. Simon. 2017. Effect of plant extracts on early blight of potato (*Solanum tuberosum* L.). J. Pharmacognosy Phytochem. 6 (4): 1415-1417.

Denner, F. D. N., C. P. Millard, and F. C. Wehner. 2000. Effect of soil solarization and mouldboard ploughing on black dot of potato, caused by *Colletotrichum coccodes*. Potato Research 43: 195-201.

DiFonzo, C. D., D. W. Ragsdale, E. B. Radcliffe, and E. E. Banttari. 1994. Susceptibility to potato leafroll virus in potato: effect of cultivar, plant age at inoculation, and inoculation pressure on tuber infection. Plant Disease 78 (12): 1173-1177.

DiFonzo, C. D., D. W. Ragsdale, E. B. Radcliffe. 1995. potato leafroll virus spread in differentially resistant potato cultivars under varying aphid densities. Amer. Potato J. 72 (2): 119-132.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi. Pub. Co., Inc., Westport. Connecticut. 404 p.

Dixon, G. R. 1984. Plant pathogens and their control in horticulture. MacMillan, London. 253 p.

Elhalag, K. M., H. M. Emara, N. A. S. Messiha, S. A. Elhadad, and S. A. Abdallah. 2015. The relation of different crop root exudates to the survival and suppressive effect of *Stenotrophomonas maltophilia* (PD4560), biocontrol agent of bacterial wilt of potato. J. Phytopathol. 163 (10): 829-840.

El-Hefny, M., A. A. Mohamed, M. Z. M. Salem, M. S. M. Abd El-Kareem, and H. M. Ali. 2018. Chemical composition, antioxidant capacity and antibacterial activity against some potato bacterial pathogens of fruit extracts from *Phytolacca dioica* and *Ziziphus spina-christi* grown in Egypt. Sci. Hort. 233: 225-232.

El-Khaldi, R., M. Daami-Remadi, and M. Cherif. 2016. Biological control of stem canker and black scurf on potato by date palm compost and its associated fungi. J. Phytopathol. 164 (1): 40-51.

Evans, K and B. B. Broodie. 1980. The origin and distribution of the golden nematode and its potential in the U. S. A. Amer. Potato J. 57: 79-89.

Evans, K. and D. L. Trudgill. 1978. Pest aspects of potato production. Part I. Nematode pests of potatoes, pp. 440-469. In: P. M. Harris (Ed.). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Farag, N., D. E. Stead. and J. D. Janse. 1999. *Ralstonia* (*Pseudomonas*) *solanacearum* race 3, biovar 2, detected in surface (irrigation) water in Egypt. J. Phytopathol. 147: 485-487.

Farag, S. M. A. et al. 2017. Potato bacterial wilt suppression and plant health improvment after application of different antioxidants. J. Phytopathol. 165 (7-8): 522-537.

Gamard, P. and S. H. de Boer. 1995. Evaluation of antagonistic bacteria for suppression of bacterial ring rot of potato. European J. Plant Pathol. 10 (5): 519-525.

Gaudreault, S. M., M. L. Powelson, N. W. Christensen, and F. J. Crowe. 1995. Soil water pressure and *Verticillium dahliae* interaction on potato. Phytopathology 85: 1542-1546.

Gerayeli, N., S. Baghaee-Ravari, and S. Tarighi. 2018. Evaluation of the antagonistic potential of *Bacillus* strains against *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and their role in the induction of resistance to potato soft rot infection. Europ. J. Plant Pathol. 150 (4): 1049-1063.

Gibson, R. W. 1978. Pest aspects of potato production. Part 2. Pests other than nematodes, p. 470-503. In: P. M. Harris (Ed.). The Potato Crop. Chapman and Hall, London.

Gong, H., C. Igiraneza, and L. Dusengemungu. 2019. Major in vitro techniques for virus elimination and post eradication detection methods. A review. Amer. J. Potato Res. 96: 379-389.

Goyer, C. and C. Beaulieu. 1997. Host range of streptomycete strains causing common scab. Plant Dis. 81 (8): 901-904.

Hadwiger, L. A., H. McDonel, and D. Glawe. 2015. Wild yeast strains as prospective candidates to induce resistance against potato late blight (*Phytophthora infestans*). Amer. J. Potato Res. 92 (3): 379-386.

Hajian-Maleki, H., S. Baghaee-Ravari, and M. Moghaddam. 2019. Efficiency of essential oil against *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* causing potato soft rot and their possible application as coatings in storage. Postharvest Biol. Technol. 156.

Hajji, L., W. Hlaoua, H. Regaieg, and N. Horrigue-Raouani. 2017. Biocontrol potential of *Verticillium leptobactrum* and *Purpureocillium lilacinum* against *Meloidogyne javanica* and *Globodera pallida* on potato (*Solanum tuberosum*). Amer. Potato Res. 94 (2): 178-183.

Hampson, M. C. and J. W. Coombes. 1995. Reduction of potato wart disease with crushed crabshell: suppression or eradication. Canad. J. Plant Pathol. 17 (1): 69-74.

Hampson, M. C., J. W. Coombes, and K. B. McRate. 1994. Pathogensis of *Synchtrium endobioticum*. VIII. Effect of temperature and resting spore density (Pathotype 2) on incidence of potato wart disease. Canad. J. Plant Pathol. 16 (3): 195-198.

Harju, P. and J. Kankila. 1993. *Erwinia carotovora* contamination of finnish seed potatoes and the prevalence of bacterial subspecies and serogroups. Agricultural Science in Finland 2 (4): 345-352. c.a. Rev. Plant Pathol. 73: Abst. 5094; 1994.

Harrewijn, P. and P. G. M. Piron. 1994. Pymetrozine: a noval agent for reducing virus transmission by *Myzus persicae*, pp. 923-928. In: Brighton crop protection conference, pests and disease-1994. Vol. 2. British Crop Protection Council, Farnham, U. K. (c.a. Rev. Plant Pathol. 74 (12): 7927; 1995).

Hausvater, E. and J. Trnková. 1993. The effectiveness of chemical and biological protection of potato against *Rhizoctonia solani* Kühn. (In Czeck with English Summary). Rostlinná Vyroba 39 (11): 1019-1026. (c.a. Rev. Plant Pathol. 74 (11): 7188; 1995).

Hay, W. T., G. F. Fanta., J. O. Rich, D. A. Schisler, and G. W. Selling. 2019. Antifungal activity of a fatty ammonium chloride amylase inclusion complex against *Fusarium sambucinum*; control of dry rot on multiple potato varieties. Amer. J. Potato Res. 96 (1): 79-85.

Hide, G. A. and J. K. Horrocks. 1994. Influence of stem canker (*Rhizoctonia solani*) Kuhn on tuber yield, tuber size, reducing sugars and crisp colour in cv. Record. Potato Research 37 (1): 34-49.

Hide, G. A. and D. H. Lapwood. 1978. Disease aspects of potato production, pp. 407-439. In: P. M. Harris (ed.). The potato crop. Chapman and Hall, London.

Hill, D. S. and J. M. Waller. 1988. Pests and diseases of tropical crops. Longman Scientific & Technical, Esex, England. 432 p.

Hooker, W. J. (Ed.). 1981. Compendium of potato diseases. The Amer. Phytophathol. Soc., St. Paul, Minnesota. 125 p.

Hu, X. et al. 1995. Quantitative detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus* by competitive polymerase chain reaction. Phytopathology 85: 1468-1473.

Jager, G. and H. Velvis. 1995. Dunamics of *Rhizoctonia solani* (black scurf) in successive potato crops. Europ. J. Plant Pathol. 101 (4): 467-478.

Janowicz, K., H. Wronkowska, and K. Mazurkiewicz-Zaplowicz. 1994. Interactions between *Globodera rostochiensis* Woll. and *Rhizoctonia solani* on potato. Acta Microbiologica Polonica 43 (2): 205-210. (c. a. Rev. Plant Pathol. 74 (11): 7189; 1995).

Khorrami, F. et al. 2018. Pathogenicity of three different entomopathogenic fungi… against the potato tuber moth… Potato Res. 61 (4): 297-308.

Kiraly, Z., Z., Klement, F. Solymosy, and J. Voros. 1974. Methods in plant pathology with special reference to breeding for disease resistance. Elsevier Sci. Pub. Co., London. 509 p.

Kriel, C. J., S. H. Jansky, N. C. Gudmestad, and D. H. Ronis. 1995a. Immunity to *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus*. Screening of exotic *Solanum* species. Euphytica 82: 125-132.

Kriel, C. J., S. H. Jansky, N. C. Gudmestad, and D. H. Ronis. 1995b. Immunity to *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus*. Inheritance of immunity in *Solanum acaule*. Euphytica 82: 133-139.

Kromann, P. et al. 2012. Use of phosphite to manage foliar potato late blight in developing countries. Plant Dis. 96 (7): 1008-1015.

Kryczynski, S., A. Stawiszynska, and S. Skrzeczkowska. 1992. Pollen transmission of potato spindle tuber viroid (PSTV) to pollinated potato plants. Annals of Warsaw Agric. Univ. SGGW-AR, Hort. No. 16: 59-64. (c.a. Plant Breed. Abstr. 64 (1): 614; 1994).

Kuepper, G. 2003. Colorado potato beetle: organic control options. ATTRA. 6 pp. The Internet.

Kuepper, G. and P. Sullivan. 2004. Organic altenatives for late blight control in potatoes. ATTRA. 8 pp. The Internet.

Kumar, V., S. K. Biswas, K. Lal, D. Nagar, and V. T. Chowdary. 2017. Induced resistance in potato against early blight caused by *Alternaria solani* (Sorauer) through plant extracts as inducer. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 6 (8): 1888-1898.

Lakra, B. S. 1995. Relationship between irrigation levels and black scurf development in potato crop. Crop Res. (Hisar) 10 (3): 381-383.

Larkin, R. P. 2008. Relative effects of biological amendments and crop rotations on soil microbial communities and soilborne diseases of potato. Soil Biol. Biochem. 40 (6): 1341-1351.

Larkin, R. P. and S. Tavantzis. 2013. Use of biocontrol organisms and compost amendments for improved control of soilborne diseases and increased potato production. Amer. J. Potato Res. 90: 261-270.

Lazarovits, G. 2010. Managing soilborne diseases of potatoes using ecologically based approaches. Am. J. Potato Res. 87: 401-411.

Liljeroth,, E., T. Bengtsson, L. Wiik, and E. Andreasson. 2010. Induced resistance in potato to *Phytophthora infestans* - effects of BABA in greenhouse and field tests with different potato varieties. Europ. J. Plant Pathol. 127 (2): 171-183.

Liljeroth, E. et al. 2016. Potassium phosphite combined with reduced doses of fungicides provides efficient protection against potato late blight in large-scale field trials. Crop Prot. 86: 42-55.

Liu, D., N. A. Anderson, and L. L. Kinkel. 1995. Biological control of potato scab in the field with antagonisitic *Streptomyces scabies*. Phytopathology 85 (7): 827-831.

Lobato, M. C. et al. 2008. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. Europ. J. Plant Pathol. 122 (3): 349-358.

Maheshwari, S. K. and L. C. Saini. 1992. Black leg of potato and its control. Agr. Sci. Digest (Karnal) 12 (1): 53-54. (c.a. Rev. Plant Pathol. 74 (1): 349; 1995).

Mendoza, H. A. and R. L. Sawyer. 1985. The breeding program at the International Potato Center (CIP), pp. 117-137. In: G. E. Russell (Ed.). Progress in plant breeding, Vol. 1. Butterworth & Co., London.

Messiha, N. A. S. et al. 2007. Biological soil disinfestations (BSD), a new control method for potato brown rot, caused by *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2. Europ. J. Plant Pathol. 117 (4): 403-415.

Miller, J. S., T. F. Cummings, L. J. Mikitzel, and D. A. Johnson. 2002. Influence of timing of harvest in relation to haulm killing and planting date on potato tuber rot caused by *Phytophthora infestons*. Phytopathology 86: 264-268.

Miller, J. S., P. B. Hamm, N. Olsen, B. D. Geary, and D. A. Johnson. 2011. Effect of post-harvest fungicides and disinfestants on the suppression of silver scurf on potatoes in storage. Amer. J. Potato Res. 88 (5): 413-423.

Mizubuti, E. S. G., V. L. Junior, and G. A. Forbes. 2007. Management of late blight with altenative products. Pest Technology 1 (2): 106-116.

Mizubuti, E. S. G., V. L. Junior, and G. A. Forbes. 2009. Management of late blight with alternative products. Pest Technol. 1 (2): 106-116.

Mulugeta, T. et al. 2019. Phosphite protects against potato and tomato late blight in tropical climates and has varying toxicity depending on the *Phytophthora infestans* isolate. Crop Prot. 121: 139-146.

Nachmias, A. et al. 1993. Effects of salinity and its interactions with disease incidence on potatoes grown in hot climates. Phytoparasitica 21 (3): 245-255.

Naerstad, R., A. Hermansen, and T. Bjor. 2007. Exploiting host resistance to reduce the use of fungicides to control potato late blight. Plant Pathol. 56 (1): 156-166.

Nakayama, T. 2017. Biocontrol of powdery scab of potato by seed tuber application of an antagonistic fungus, *Aspergillus versicolor*, isolated from potato roots. J. Gen. Plant Pathol. 83 (4): 253-263.

Olivier, C., D. E. Halseth, E. S. G. Mizubuti, and R. Loria. 1998. Postharvest application of organic and inorganic salts for suppression of silver scurf on potato tuber. Plant Dis. 82 (2): 213-217.

Oliver, C., C. R. MacNeil, and R. Loria. 1999. Application of organic and inorganic salts to field-grown potato tuber can suppress silver scurf during potato storage. Plant Dis. 83 (9): 814-818.

Olivieri, F. P. et al. 2012. Phosphite application induces molecular modifications in potato tuber periderm and cortex that enhance resistance to pathogens. Crop Prot. 32: 1-6.

Otrysko, B. E. and G. J. Banville. 1992. Effect of *Rhizoctonia solani* on the quality of tubers for processing. Amer. Potato J. 69 (10): 645-652.

Parry, D. W. 1990. Plant pathology in agriculture. Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 385 pp.

Plasencia, J. and E. E. Banttari. 1997. Comparison between a culture plate method and an immunoassay to evaluate vascular colonization of potato by *Verticillium dahliae*. Plant Dis. 81: 53-56.

Platt, H. W. 1994. Foliar Application of fungicides affects occurrence of potato tuber rots caused by four foliar pathogens. Canad. J. Plant Pathol. 16 (4): 341-346.

Radcliffe, E. B. and D. W. Ragsdale. 2002. Aphid-transmitted potato viruses: the importance of understanding vector biology. Amer. J. Potato Res. 79: 353-386.

Rich, A. E. 1983. Potato diseases. Academic Pr., N. Y. 238 p.

Rocha, A. B. O., S. L. Honorio, C. L. Messias, M. Oton, and P. A. Gomez. 2015. Effect of UV-C radiation and fluorescent light to control postharvest soft rot in potato seed tubers. Sci. Hort. 181: 174-181.

Rondon, S. I. 2010. The potato tuberworm: a literature review of its biology, ecology, and control. Amer. J. Potato Res. 87 (2): 149-166.

Saeed, I. A. M., A. E. MacGuidwin, and D. I. Rouse. 1997a. Synergism of *Pratylenchus penetrans* and *Verticillium dahliae* manifested by reduced gas exchange in potato. Phytopathology 87: 435-439.

Saeed, I. A. M., A. E. MacGuidwin, and D. I. Rouse. 1997b. Disease progress based on effects of *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus penetrans* on gas exchange in Russet Burbank potato. Phytopathology 87: 440-445.

Salas, B., R. W. Stack, G. A. Secor, and N. C. Gudmestad. 2000. The effect of wounding, temperature, and inoculum on the development of pink rot of potatoes caused by *Phytophthora erythroseptica*. Phytopathology 84: 1327-1333.

Schisler, D. A., C. P. Kurtzman, R. J. Bothast, and P. J. Sliniger. 1995. Evaluation of yeasts for biological control of fusarium dry rot of potatoes. Amer. Potato J. 72 (6): 339-353.

Schmiedeknecht, G. 1993. Biological control of *Rhizoctonia solani* Kuhn on potatoes by microbial antagonists. (In German with English summary). Arch. Phytopathol. Plant Prot. 28 (4): 311-320. (c.a. Rev. Plant Pathol. 74 (6): 3528; 1995).

Sewify, G. H.. S. Abol-Ela, and M. S. Eldin. 2000. Effect of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) and granulosis virus (GV) combinations on the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Celechidae). Bul. Fac. Agric., Cairo Univ. 51: 95-106.

Shtienberg, D., D. Blachinsky, G. Ben-Hador, and A. Dinoor. 1996. Effects of growing season and fungicide type on the development of *Alternaria solani* and on potato yield. Plant Dis. 80: 994-998.

Simango, K. and J. E. van der Waals. 2017. Effects of different soil treatments on the development of *Spongospora subteranea* f. sp. *subterranea* in potato roots and tubers in the greenhouse 60 (1): 47-60.

Sinha, R., L. R. Khot, B. K. Schroeder, and Y. S. Si. 2017. Rapid and non-destructive soft rot in stored potatoes through volatile biomarkers sensing. Crop Prot. 93: 122-123.

Slack, S. A., J. L. Drennan, A. A. G. Westra, N. C. Gudmestad, and A. E. Oleson. 1996. Comparison of PCR, ELISA, and DNA hybridization for the detection of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepdonicus* in field-grown potatoes. Plant Dis. 80: 519-524.

Smid. E. J. and L. G. M. Gorris. 1994. Storage conditions and fertilization affect bacterial soft rot. Kartoffelbau 45 (8): 313-315. (c.a. Rev. Plant Pathol. 74 (9): 5722; 1995).

Stewart, H. E., J. E. Bradshaw, and R. L. Wastie. 1994. Correlation between resistance to late blight in foliage and tubers in potato clones from parents of contrasting resistance. Potato Res. 37 (4): 429-434.

Tomlinson, D. L. et al. 2009. Recovery of *Ralstonia solanacearum* from canal water in traditional potato-growing areas of Egypt but not from designated pest-free areas (PFAs). Europ. J. Plant Pathol. 125 (4): 589-601.

Trudgill, D. L. 1992. Mechanisms of damage and of tolerance in nematode infested plants, pp. 133-145. In: F. J. Gommers and P. W. Th. Maas (Eds.). Nematology from molecule to ecosystem. Europ. Soc. Nematologists, Dundee, U. K. (c.a. Filed Crop Abstr. 46: 4466; 1993).

University of California. 1986. Integrated pest management for potatoes in the Western United States. Agr. Nat. Resources Pub. 3316. 146 pp.

Uppal, A. K., A. El Hadrami, L. R. Adam, M. Tenuta, and F. Daayf. 2008. Biological control of potato Verticillium wilt under controlled and field conditions using selected bacterial antagonists and plant extracts. Biol. Cont. 44 (1): 90-100.

Vanneste, J. L., J. H. Perry, L. J. Perry-Meyer, and R. J. Redford. 1994. *Erwinia herbiocla* Eh252 as a biological control agent of bacterial soft rot on potatoes, pp. 198-200. In: A. J. Popay (Ed.). Proceedings of the forty seveth New Zealand plant protection conference (c.a. Rev. Plant Pathol. 75 (4): 2427; 1996).

Vries, P. M. de and J. W. L. van Vuurde. 1993. Survival of *Erwinia carotovora* spp. *atroseptica* on seed potato. (In Dutch). Gewasbescherming 24 (4): 103-108. (c.a. Rev. Plant Pathol. 73 (4): 2303; 1994).

Walker, J. C. 1969. Plant pathology. McGraw-Hill Book Co., N. Y. 819 pp.

Wastie, R. L., G. R. Mackay, and A. Nachmias. 1994. Effect of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* alone and with *Alternaria solani* or *Verticillium dahliae* on disease development and yield of potatoes in Israel. Potato Res. 37 (11): 113-120.

Westra, A. A. G., S. A. Slack, and J. L. Drennan. 1994. Comparison of some diagnostic assays for bacterial ring rot of potatoes: a case study. Amer. Potato J. 71 (9): 557-565.

Whrrler, B. E. J. 1969. An introduction to plant diseases. John Wiley & Sons Ltd., London. 374 pp.

Wheeler, T. A., R. C. Rowe, R. M. Ridel, and L. V. Madden. 1994. Influence of cultivar resistance to *Verticillium* spp. on potato early dying. Amer. Potato J. 71 (1): 39-57.

Wicks, T. J., B. Morgan, and B. Hall. 1995. Chemical and biological control of *Rhizoctonia solani* on potato seed tubers. Australian Journal of Experimental Agriculture 35 (5): 661-664.

Wicks, T. J., B. Morgan, and B. Hall. 1996. Influence of soil fumigation and seed tuber treatment on the control of *Rhizoctonia solani* on potatoes. Australian Journal of Experimental Agriculture 36 (3): 339-345.

Wolters, P. J. and W. W. Collins. 1994. Evaluation of diploid potato clones for resistance to tuber soft rot induced by strains of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*, *E. carotovora* subsp. *carotovora* and *E. chrysanthemi*. Potato Res. 37 (2): 143-149.

Xue, H. et al. 2019. The mechanism of induced resistance against *Fusarium* dry rot in potato tubers by the T-2 toxin. Postharvest Bio. Technol. 153: 69-78.

Yang, Q., S. Arthurs, Z. Lu, Z. Liang, and R. Mao. 2019. Use of horticultural mineral oils to control potato virus Y (PVY) and other non-persistent aphid-vectored viruses. Crop Prot. 118: 97-103.

Yao. Y. et al. 2016. Biological control of potato late blight using isolates of *Trichoderma*. Amer. J. Potato Res. 93 (1): 33-42.

Zhang, X. J., J. S. Wang, and Z. D. Fang. 1993. Control of potato soft rot (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Jones) Dye) by copper sulphate and its effect on some enzymes in tubers. (In Chinesse with English summary). Acta Phytopathologica Scinica 23 (1): 75-79. (c.a. Rev. Plant Pathol. 73 (2): 1031-1031.

Zwankhuizen, M. J., F. Govers and J. C. Zadoks. 1998. Development of potato late blight epidemics: disease foci, disease gradients, and infection sources. Phytopathology 88: 754-763.

المؤلف فى سطور



دكتور أحمد عبد المنعم حسن – أستاذ الخضر المتفرغ بكلية الزراعة، جامعة القاهرة – من مواليد محافظة البحيرة – جمهورية مصر العربية - ١٩٤٢.

حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى عام ١٩٦٢، والماجستير من جامعة ولاية نورث كارولينا ١٩٦٦، والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠.

عمل بالتدريس وإجراء الأبحاث العلمية فى جامعات القاهرة، والإسكندرية، وبغداد، والإمارات العربية المتحدة.

أشرف على عديد من طلبة الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس، وبغداد، وشارك فى مناقشة عديد من رسائل الماجستير والدكتوراه، وفى تقييم المتقدمين للترقيات العلمية فى عديد من الجامعات المصرية والعربية.

عضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية.

له ٧٣ مؤلفًا علميًّا وأكثر من ٩٠ بحثًا علميًّا منشورة فى الدوريات العلمية المحلية والعالمية، إضافة إلى حوالى ٢٧ نشرة إرشادية.

حصل على جائزة الدولة التشجيعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى – مصر) عام ١٩٨٤، وأربع جوائز عن التأليف العلمى الزراعى (وزارة الزراعة – مصر) عام ١٩٨٤ والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى) عام ١٩٩١.